

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

MÁRIO DOBNER JR.

EFEITO DA COBERTURA DE *Pinus taeda* L. NA PROTEÇÃO CONTRA GEADAS E
NO CRESCIMENTO DE PLANTAS JOVENS DE *Eucalyptus dunnii* MAIDEN

CURITIBA

2008

MÁRIO DOBNER JR.

EFEITO DA COBERTURA DE *Pinus taeda* L. NA PROTEÇÃO CONTRA GEADAS E
NO CRESCIMENTO DE PLANTAS JOVENS DE *Eucalyptus dunnii* MAIDEN

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, área de concentração Silvicultura, Departamento de Ciências Florestais, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Rudi Arno Seitz (*in memoriam*)

Orientador: Prof. Dr. Antonio Rioyei Higa

Co-orientador: Prof. Dr. Ivan Crespo Silva

CURITIBA

2008

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Rudi Arno Seitz pelo exemplo de vida, amizade e confiança em mim depositada. Sou-lhe imensamente grato pelo convívio, de grande peso em minha formação profissional e pessoal.

Ao Prof. Dr. Antonio Rioyei Higa pela orientação ao término do trabalho, paciência, e tempo despedido em favor de minha formação como pesquisador. Bem como pelas várias conversas, como orientador e amigo, que foram de grande valia.

Ao Prof. Dr. Ivan Crespo Silva pelo conhecimento compartilhado através de inúmeros conselhos.

À empresa Florestal Gateados Ltda., seus diretores Sr. Emílio Einsfeld Filho e Sr. Valdir Diehl Ribeiro. Bem como à equipe técnica formada por Vanderlei Fochezatto, Elson Alexandre de Souza e Daiton Monteiro, os quais prestaram enorme ajuda na instalação e acompanhamento do experimento.

À minha família pelo exemplo e apoio em todos os momentos de minha vida, tornando meus projetos possíveis.

Muito obrigado!

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	iv
LISTA DE GRÁFICOS.....	v
LISTA DE TABELAS	vi
LISTA DE ANEXOS	vii
RESUMO.....	viii
ABSTRACT	ix
1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVOS.....	3
3. REVISÃO DE LITERATURA	4
3.1 O GÊNERO <i>EUCALYPTUS</i>	4
3.2 <i>Eucalyptus dunnii</i>	5
3.3 GEADAS	7
3.3.1 Aspectos gerais.....	7
3.3.2 Resistência às geadas	9
3.3.3 Danos causados por geadas.....	13
3.3.4 Danos causados por geadas em <i>Eucalyptus</i>	16
3.4 PLANTIO SOB COBERTURA.....	17
3.4.1 Efeitos da cobertura na proteção contra geadas.....	20
3.4.2 Efeitos da cobertura no crescimento das plantas.....	23
3.4.3 Remoção da cobertura	25
4. MATERIAL E MÉTODOS	26
4.1 ÁREA DE ESTUDO.....	26
4.1.1 Clima	27
4.1.2 Solos	28
4.1.3 Vegetação	29
4.2 INSTALAÇÃO DO EXPERIMENTO	30
4.3 COLETA DE DADOS	35
4.3.1 Povoamento de <i>P. taeda</i>	35
4.3.2 Cobertura de <i>P. taeda</i>	35
4.3.3 Temperaturas	36
4.3.4 Plantas de <i>E. dunnii</i>	37

4.3.5 Remoção da cobertura	38
4.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA	39
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	41
5.1 TEMPERATURAS SOB AS DIFERENTES COBERTURAS	41
5.2 PROTEÇÃO CONTRA GEADAS	44
5.3 RESILIÊNCIA	52
5.4 CRESCIMENTO DO <i>Eucalyptus dunnii</i>	54
5.5 REMOÇÃO DA COBERTURA: DANOS	60
6. CONCLUSÕES	62
REFERÊNCIAS	63
ANEXOS	70

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1	–	DISTRIBUIÇÃO NATURAL DO <i>Eucalyptus dunnii</i> NA AUSTRÁLIA.....	5
FIGURA 2	–	COMPONENTES DA RESISTÊNCIA À BAIXA TEMPERATURA.....	10
FIGURA 3	–	LOCALIZAÇÃO DA EMPRESA FLORESTAL GATEADOS LTDA. NO ESTADO DE SANTA CATARINA. ÁREA EXPERIMENTAL LOCALIZADA NAS COORDENADAS 28°03'26" LATITUDE SUL E 50°46'13" LONGITUDE OESTE.....	26
FIGURA 4	–	LOCALIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL NO MAPA DE REGIÕES BIOCLIMÁTICAS DE SANTA CATARINA (EMBRAPA, 1988).....	28
FIGURA 5	–	TRATAMENTOS CÉU ABERTO - TCA (1) E BORDADURA - TB (2).....	32
FIGURA 6	–	TRATAMENTOS COM 20 ÁRVORES POR HECTARE - T20 (1) E 50 ÁRVORES POR HECTARE - T50 (2).....	33
FIGURA 7	–	CROQUI DA ÁREA EXPERIMENTAL, PARCELAS AMOSTRAIS E LOCALIZAÇÃO DOS TERMÔMETROS DE MÁXIMA E MÍNIMA.....	36
FIGURA 8	–	ABRIGO PARA OS TERMÔMETROS DE MÁXIMA E MÍNIMA.....	37
FIGURA 9	–	DANOS CAUSADOS POR GEADA EM PLANTAS DE <i>Eucalyptus dunnii</i> . MUDANÇA DE COLORAÇÃO DAS FOLHAS (a); DEFINHAMENTO DA GEMA APICAL (b); RACHADURAS NO CAULE (c); DANO TOTAL (d).....	44
FIGURA 10	–	PLANTA DE <i>Eucalyptus dunnii</i> SEVERAMENTE DANIFICADA (1) E ÁRVORE DE <i>Pinus Taeda</i> DERRUBADA (2).....	60

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1	–	INTENSIDADE LUMINOSA QUE ALCANÇA O SOLO EM DOIS TRANSECTOS PERPENDICULARES, NORTE-SUL (LINHA PONTILHADA) E LESTE-OESTE (LINHA CHEIA), (1) TCA, (2) T20 E (3) T50	34
GRÁFICO 2	–	TEMPERATURAS MÍNIMAS MÉDIAS (LINHA CHEIA) E MÁXIMAS MÉDIAS (LINHAS PONTILHADAS) OBSERVADAS NOS TRATAMENTOS TCA, T20 E T50, E SUAS RESPECTIVAS AMPLITUDES DE VARIAÇÃO	43
GRÁFICO 3	–	FLUTUAÇÃO DAS TEMPERATURAS MÁXIMA E MÍNIMA DURANTE O EXPERIMENTO	46
GRÁFICO 4	–	FREQÜÊNCIAS RELATIVAS DE PLANTAS POR CLASSE DE DANO E POR TRATAMENTO E LINHA DE FREQÜÊNCIA MÉDIA PARA TODOS OS TRATAMENTOS	48
GRÁFICO 5	–	DANOS DECORRENTES DE GEADAS. VALORES MÉDIOS POR TRATAMENTO	49
GRÁFICO 6	–	CLASSES DE DANOS EM RELAÇÃO ÀS ALTURAS DAS PLANTAS DE <i>Eucalyptus dunnii</i> ANTES DAS GEADAS	51
GRÁFICO 7	–	ALTURAS MÉDIAS DAS PLANTAS DE <i>Eucalyptus dunnii</i> EM TRÊS DIFERENTES MOMENTOS: PRÉ-GEADA (ABRIL/2006), PÓS-GEADA (1) (JANEIRO/2007) E PÓS-GEADA (2) (ABRIL/2007)	52
GRÁFICO 8	–	CRESCIMENTO MÉDIO EM ALTURA PARA O <i>Eucalyptus dunnii</i> E SEUS RESPECTIVOS DESVIOS PADRÕES, NOS DIFERENTES TRATAMENTOS, AO LONGO DA VIDA DO POVOAMENTO	55
GRÁFICO 9	–	ALTURA DO <i>Eucalyptus dunnii</i> EM RELAÇÃO À DISTÂNCIA ATÉ A ÁRVORE DA COBERTURA AO LONGO DA VIDA DO POVOAMENTO E CURVAS DE TENDÊNCIA POLINOMIAIS DE 3° GRAU	58
GRÁFICO 10	–	PRECIPITAÇÃO (COLUNAS) E TEMPERATURA MÉDIA (LINHA) DURANTE O PERÍODO DO EXPERIMENTO, OUT/2005 A ABR/2007	59

LISTA DE TABELAS

TABELA 1	–	TEMPERATURAS MÍNIMAS MEDIDAS NA ALEMANHA, A 5 CM DO SOLO, SOB COBERTURA E CÉU ABERTO NO PERÍODO DE 02/05 A 02/06/1980	21
TABELA 2	–	ANÁLISE QUÍMICA DO SOLO DA ÁREA EXPERIMENTAL	29
TABELA 3	–	INTENSIDADES DE COBERTURA REPRESENTADAS PELO NÚMERO DE ÁRVORES (n°/hectare), ÁREA BASAL (m ² /ha) E ÁREA DE COPA (m ² /ha) PARA OS TRATAMENTOS COM 20 (T20) E 50 (T50) ÁRVORES POR HECTARE	30
TABELA 4	–	CLASSES UTILIZADAS PARA A AVALIAÇÃO DE DANOS APÓS A OCORRÊNCIA DE GEADAS	38
TABELA 5	–	TEMPERATURAS MÍNIMAS (T _{mín} °C) E MÁXIMAS (T _{máx} °C) OBSERVADAS A 1,5 M DE ALTURA, PARA AS DIFERENTES INTENSIDADES DE COBERTURA NO ANO DE 2006	41
TABELA 6	–	DANO MÉDIO, AMPLITUDE DE DANO E COEFICIENTE DE VARIAÇÃO EM PORCENTAGEM PARA OS DIFERENTES TRATAMENTOS	50
TABELA 7	–	PORCENTAGEM DE PLANTAS COM MORTE DA PARTE AÉREA E ALTURA DA REBROTA PARA OS DIFERENTES TRATAMENTOS	54
TABELA 8	–	DIÂMETRO DE COLO (Ø _{colo}) E DIÂMETRO A ALTURA DO PEITO (DAP) DAS PLANTAS DE <i>Eucalyptus dunnii</i> NAS DIFERENTES INTENSIDADES DE COBERTURA	56
TABELA 9	–	PORCENTUAL DE PLANTAS DE <i>Eucalyptus dunnii</i> DANIFICADAS EM FUNÇÃO DA REMOÇÃO DA COBERTURA DE <i>Pinus taeda</i>	61

LISTA DE ANEXOS

ANEXO 1	–	CARACTERÍSTICAS DENDROMÉTRICAS DO POVOAMENTO DE <i>Pinus taeda</i>	70
ANEXO 2	–	ALTURAS DOMINANTES (H_{dom}) DO <i>Pinus taeda</i> PARA AS CINCO PARCELAS DA ÁREA EXPERIMENTAL E INTERVALO DE CONFIANÇA (IC) COM 95% DE PROBABILIDADE	70
ANEXO 3	–	DADOS COLETADOS: ALTURA EM 19/11/05, ALTURA EM 08/04/06, ALTURA EM 07/01/07, ALTURA EM 21/04/07, DIÂMETRO DO COLO EM 21/04/07, DIÂMETRO A ALTURA DO PEITO (DAP) EM 21/04/07, DANOS PROVOCADOS POR GEADA EM 02/09/06 E 16/09/06	71

RESUMO

EFEITO DA COBERTURA DE *Pinus taeda* L. NA PROTEÇÃO CONTRA GEADAS E NO CRESCIMENTO DE PLANTAS JOVENS DE *Eucalyptus dunnii* MAIDEN

Observa-se um aumento no consumo da madeira sólida de eucalipto no Brasil e no mundo. Várias espécies deste gênero já são utilizadas pelas indústrias brasileiras para a produção de madeira serrada e lâminas. *Eucalyptus dunnii* é uma espécie de interesse no Sul do Brasil, por apresentar resistência a geadas leves e possuir madeira com características tecnológicas favoráveis à produção de serrados e laminados. Este trabalho teve como objetivo geral avaliar os efeitos da cobertura de *Pinus taeda* na proteção contra geadas e no crescimento de plantas jovens de *E. dunnii*. Os danos causados às plantas de *E. dunnii* com um ano de idade pela remoção da cobertura de *P. taeda* também foram avaliados. O trabalho foi desenvolvido no município de Capão Alto, SC, 28°03'26" de Latitude Sul e 50°46'13" de Longitude Oeste. Três diferentes intensidades de cobertura foram estabelecidas a partir de um povoamento de *P. taeda* com 23 anos de idade: Bordadura (TB), com árvores apenas no perímetro do talhão; 20 (T20) e 50 (T50) árvores por hectare na cobertura. Por último, a testemunha (TCA), onde as plantas de *E. dunnii* cresceram a céu aberto. Para avaliar os danos causados pelas geadas foi usada uma escala de notas com seis níveis de danos. Medições da altura e diâmetro das plantas de *E. dunnii* em quatro diferentes idades foram utilizadas para o acompanhamento do crescimento. Todas as plantas de *E. dunnii* apresentaram danos causados por geadas com temperaturas de até -5° C, independente do tratamento ao qual estavam expostas. Conclui-se que o aumento da intensidade de cobertura, até 50 árvores de *P. taeda* por hectare, diminui os danos causados por geadas e aumenta a resiliência das plantas afetadas. Plantas menores de *E. dunnii* tendem a ser mais danificadas por geadas, independente da intensidade de cobertura sobre as mesmas. Quanto maior a intensidade de cobertura, até 50 árvores de *P. taeda* por hectare, menor é o crescimento em altura e diâmetro do colo do *E. dunnii*, antes e após as geadas. Esta influência negativa no crescimento é maior num raio de até quatro metros em torno das árvores da cobertura. O uso de técnicas de corte direcional na remoção das árvores da cobertura de *P. taeda* danifica um número insignificante de plantas jovens de *E. dunnii*. Embora o sistema de plantio sob cobertura não solucione definitivamente os problemas causados por geadas, é uma forma de diminuir os danos em plantas desta espécie em regiões com invernos severos. Assim, apesar do efeito negativo da cobertura no crescimento das plantas jovens, recomenda-se o uso desta técnica para o estabelecimento de *E. dunnii* nas condições estudadas.

Palavras-chave: Plantio sob cobertura, proteção contra geadas, *Eucalyptus dunnii*.

ABSTRACT

EFFECTS OF A *Pinus taeda* L. SHELTERWOOD ON FROST PROTECTION AND GROWTH OF *Eucalyptus dunnii* MAIDEN YOUNG PLANTS

It is observed in Brazil and in the world an increase in the demand of solid wood of eucalyptus. Several species of *Eucalyptus* are already used by the Brazilian industries of sawtimber and plywood. Besides resistance to light frosts, *Eucalyptus dunnii* wood attends the quality requirements to these industries. This paper aimed as general objective to evaluate the effects of several shelterwoods intensities of *Pinus taeda* on frost protection and growth of *E. dunnii* young plants. The damages to the plants of *E. dunnii* caused by the elimination of the shelter were also considered. The study was developed in the district of Capão Alto, SC. The experimental area was located at 28°03'26" South Latitude and 50°46'13" West Longitude. Three different shelter intensities were established from a 23 years old *P. taeda* plantation: trees only in the perimeter of the stand (TB), 20 (T20) and 50 (T50) trees per hectare. The control, a clear-cut (TCA), was also located. The frosts damages were evaluated using six different levels of damages. Height and plants diameter of *E. dunnii* in four different ages were used for growth evaluation. All plants of *E. dunnii* were damaged by frosts with temperatures of until -5 °C, independent of the treatment to which they were exposed. The increase of the shelter intensity, until 50 trees per hectare, decreased the damages caused by frosts and increased the resilience of *E. dunnii*. Smaller plants of *E. dunnii* tended to be more affected by frosts. It was also verified that as more intensive the shelter, lower was the growth in height and diameter of the *E. dunnii*, before and after the frosts. This negative influence in the growth was higher in a distance of until four meters around the shelters trees. The shelter elimination, when carried out using appropriate techniques doesn't cause significant damages to the number of *E. dunnii* plants. It was concluded that the shelterwood plantation system doesn't solve all problems caused by frosts, but it is an alternative way to decrease the damages on young plants of *E. dunnii* in areas with severe winters. Although the negative effects of the shelter on growth of the young plants, this technique is recommended for the establishment of *E. dunnii* at the studied conditions.

Keywords: Shelterwood, frost protection, *Eucalyptus dunnii*.

1. INTRODUÇÃO

O aumento na demanda da madeira de eucalipto no sul do Brasil é evidente. Espécies como *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus dunnii* já são utilizadas pelas indústrias de base florestal de Santa Catarina, além de serem consideradas de grande potencial para a produção de painéis e compensados estruturais (IWAKIRI, *et al.*, 2007). Nutto *et al.* (2006) também relatam uma crescente utilização da madeira de eucalipto na fabricação de móveis no Brasil.

Porém, o cultivo de eucalipto é restrito no sul do Brasil e em muitas partes do mundo em função da ocorrência de geadas, que é o principal fator limitante à eucaliptocultura nestas regiões (HIGA, 1989; FERREIRA, 1989).

Um fato agravante para a região de estudo é a grande amplitude de variação térmica, mesmo em períodos mais frios, que não permite a aclimação das plantas. Além disso, podem ocorrer geadas no início da primavera ou final do outono, quando a planta apresenta pouca ou nenhuma rustificação.

A ocorrência de geadas pode ser evitada com a presença de uma cobertura arbórea, da mesma forma que noites nubladas diminuem a perda de calor por radiação da superfície da Terra para a atmosfera.

A proteção contra geadas resultante da manutenção de uma cobertura arbórea é conhecida em todo o mundo. Na língua inglesa é chamada de *Shelterwood* e, na alemã, de *Schirmschlagbetrieb*. No Brasil, o emprego desse sistema silvicultural está associado, principalmente, com sistemas agroflorestais.

Dependendo do tipo e intensidade da cobertura, bem como das espécies envolvidas, o microclima sob tais condições pode afetar positiva ou negativamente as plantas. Segundo Strand *et al.* (2006) o crescimento das plantas sob cobertura é afetado, entre outros fatores, pelas condições de luminosidade, umidade e disponibilidade de nutrientes no solo. O gênero *Eucalyptus* requer uma forte redução das árvores que compõem o estrato superior para que o estabelecimento de novas plantas seja possível, bem como para o seu crescimento normal (WALTERS; BELL, 2005).

Alguns autores (SMITH, 1986; MATTHEWS, 1989) citam a sobreposição de rotações como uma vantagem no que diz respeito à utilização do espaço produtivo. As árvores da rotação anterior somente são colhidas quando as novas árvores

ocupam boa parte do espaço produtivo e estão aptas a utilizá-lo de forma eficiente, não expondo totalmente o solo, como se observa no corte raso.

Com o passar do tempo, a cobertura deve ser eliminada, pois a competição entre as plantas dos dois estratos pode afetar negativamente o crescimento das plantas do estrato inferior. Assim, a intensidade ideal de cobertura deve combinar a proteção contra geadas e o menor efeito negativo sobre o crescimento das plantas jovens.

Apesar dos efeitos negativos no crescimento das plantas e da possibilidade de danos às mesmas nas operações de remoção da cobertura, o plantio de *E. dunnii* sob cobertura de *P. taeda* pode ser mais uma ferramenta na formação de povoamentos de *E. dunnii* em regiões onde a geada é fator limitante.

2. OBJETIVOS

Este trabalho teve como objetivo geral avaliar os efeitos da cobertura de *Pinus taeda* em plantas jovens de *Eucalyptus dunnii*, considerando a proteção contra geadas e o crescimento. Para isso, os objetivos específicos foram:

- a) Avaliar os efeitos de diferentes intensidades de cobertura de *P. taeda* sobre plantas de *E. dunnii* com relação aos danos causados por geadas e à resiliência das plantas afetadas pelas mesmas.
- b) Avaliar o crescimento em altura e diâmetro das plantas de *E. dunnii* sob as diferentes intensidades de cobertura de *P. taeda*, antes e após as geadas.
- c) Determinar a intensidade de cobertura ótima para o estabelecimento de plantios de *E. dunnii* nas condições estudadas.
- d) Quantificar os danos causados pela remoção da cobertura de *P. taeda* às plantas de *E. dunnii* com um ano de idade.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 O GÊNERO *EUCALYPTUS*

Os exemplares do gênero *Eucalyptus* mais antigos do Brasil são *E. robusta* e *E. tereticornis*, plantados no Jardim Botânico do Rio de Janeiro, em 1825 (FAO, 1979).

Os primeiros plantios comerciais de eucalipto foram realizados em 1868, no estado do Rio Grande do Sul, por Assis Brasil, o primeiro brasileiro a interessar-se pelo gênero. No período de 1905 a 1915, no estado de São Paulo, Edmundo Navarro de Andrade implantou uma série de experimentos com 144 espécies do gênero *Eucalyptus*, sob a tutela da Companhia Paulista de Estradas de Ferro (FERREIRA; SANTOS, 1997).

Existem plantios comerciais deste gênero desde o Rio Grande do Sul (30° de Latitude Sul) até o litoral da Bahia (14° Latitude Sul). A maior parte, porém, está situada próximo ao trópico de Capricórnio, região onde o eucalipto está melhor adaptado. Existem espécies que, aparentemente, comportam-se bem em toda extensão territorial do Brasil, como *E. grandis*, *E. saligna* e *E. urophylla*, os quais são cultivados com grande êxito em todo o território nacional, porém sujeitos aos danos causados por geada nas regiões onde estas ocorrem (GOLFARI *et al.*, 1978).

A madeira de eucalipto é normalmente utilizada para fins energéticos ou para a obtenção de papel. Nos últimos anos, porém, observa-se um incremento na demanda mundial de sua madeira pela indústria de madeira serrada (MAESTRI *et al.*, 2004). Na Austrália, segundo Waugh (2004), os consumidores há muito tempo utilizam a madeira de eucalipto, em função de sua qualidade estrutural e aparência final.

A espécie *E. grandis* já vem sendo utilizada no Brasil para a produção de madeira serrada, lâminas e compensados, ainda que em pequena escala (IWAKIRI *et al.*, 2007; TRUGILHO *et al.*, 2007).

A espécie estudada neste trabalho foi *E. dunnii*, também conhecida como *Dunn's White Gum* na Austrália.

3.2 *Eucalyptus dunnii*

A ocorrência natural do *E. dunnii* é restrita a sítios bons em florestas fechadas no nordeste do estado de New South Wales e ao sudeste do estado de Queensland (FIGURA 1). Essas áreas estão localizadas entre 28° e 30° de Latitude Sul, com altitudes entre 150 e 800 m. A precipitação anual nestas áreas é de 1.000 a 1.500 mm, com a presença de três meses de seca durante a estação mais fria. As temperaturas médias dos meses mais quentes e mais frios são 28 °C e 8 °C, respectivamente. É encontrado principalmente no terço inferior dos vales e encostas. Observa-se sua presença ao longo de baixadas onde há ocorrência de geadas leves e em pequena quantidade. Está associado a outras espécies de eucaliptos de valor comercial, como *E. saligna*, *E. microcorys*, e *E. grandis* (FAO, 1979).

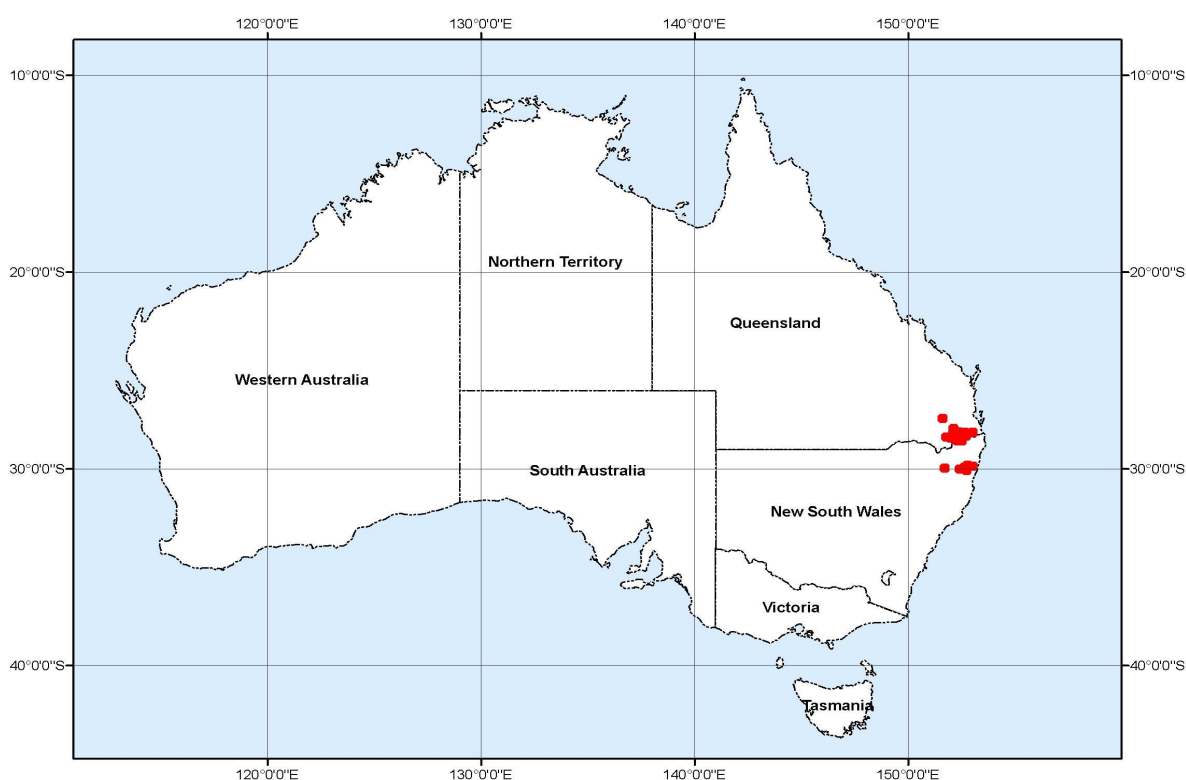


FIGURA 1 – DISTRIBUIÇÃO NATURAL DO *Eucalyptus dunnii* NA AUSTRÁLIA

FONTE: JOVANOVIC;BOOTH (2002).

Segundo FAO (1979) *E. dunnii* é uma das espécies recomendadas para o plantio comercial no planalto desde São Paulo até o Rio Grande do Sul, em clima

caracterizado como submontano úmido, altitudes entre 500 e 1.300m, temperaturas médias anuais entre 12 e 18 °C, precipitação média anual entre 1.250 e 2.500 mm, uniformemente distribuídas, sem períodos secos, com geadas freqüentes e temperatura mínima absoluta de até -9 °C.

Fishwick (1976) enquadrou *E. dunnii* dentre as cinco espécies de eucalipto que apresentaram melhor combinação de resistência a geadas e qualidade de matéria prima.

E. dunnii tem se destacado pelo rápido crescimento, uniformidade dos talhões, forma das árvores e resistência a geadas não muito severas, quando plantadas no sul do Brasil (HIGA, 1998). Segundo Paludzyszyn Filho e Santos (2005), *E. dunnii* ocupa o primeiro lugar em crescimento volumétrico, entre os eucaliptos plantados em área de clima temperado, atingindo produtividades da ordem de 50 m³ha⁻¹ano⁻¹.

EMBRAPA (1988) relata que a espécie é suscetível a geadas tardias nas proximidades de Lages, SC, onde plantios com um ano de idade sofreram danos graves causados por geadas. Segundo o mesmo trabalho, *E. dunnii* é indicado para plantios comerciais no estado de Santa Catarina, em locais abaixo de 1.000 m de altitude, desde que se tomem cuidados especiais em relação às geadas. Sem dúvida sua maior importância é para altitudes acima de 500 m, onde o inverno é fator limitante a outras espécies do mesmo gênero.

Alguns testes nos Estados Unidos da América demonstraram que *E. dunnii* é, dentro do gênero *Eucalyptus*, uma das mais resistentes ao frio (FAO, 1979). Nas regiões baixas e frias do centro-sul da China, Arnold *et al.* (2004) testaram diversas espécies de eucaliptos, incluindo *E. dunnii*. Este, por sua vez, apresentou boa adaptação, crescimento, forma e resistência ao frio, entrando na lista das espécies de maior potencial.

A espécie possui características da madeira favoráveis a um emprego mais nobre como serraria (GALVÃO, 2000). Mostrou-se, ainda, adequado para produção de lâminas usadas na fabricação de painéis compensados (PEREYRA, 1994).

A madeira de *E. dunnii* possui cor clara (ROCHA; TOMASELLI, 2002) e uma densidade básica de 0,549 g/cm³, aos 20 anos de idade (CALORI; KIKUTI, 1997). Segundo Calori e Kikuti (1997) apresenta propriedades físicas e mecânicas médias superiores ao *E. grandis*, com a mesma idade, sendo indicado para situações nas

quais a resistência mecânica é indispensável, como fins estruturais, assoalhos, parquetes, carrocerias, cabos de ferramentas, etc.

3.3 GEADAS

3.3.1 Aspectos gerais

O crescimento das plantas na superfície terrestre, no que se refere ao tipo e quantidade, é fortemente limitado pela temperatura (KOZLOWSKY *et al.*, 1991). Larcher (1975) relata ainda influências em função da intensidade, duração e amplitude das temperaturas.

Em todo o mundo, somente 25% da área continental pode ser considerada livre de geadas (SAKAI; LARCHER, 1987). Motivo pelo qual possui grande relevância.

Os processos de perda de calor das superfícies para a atmosfera são reflexão, convecção, condução, radiação e evaporação (SMITH, 1986). Nestes fenômenos as condições atmosféricas possuem um papel muito importante, pois segundo Queralto (1971) suas condições podem frear ou acelerar a radiação. Ainda segundo Queralto, se a atmosfera está nublada ou possui uma umidade relativa elevada, as pequenas partículas em suspensão atuam como barreira que refletem de volta ao solo grande parte da energia que a Terra perde por radiação. Nestas condições a perda de calor é menor, enquanto que no inverno, quando os dias são curtos e as noites longas a perda é acentuada.

Além do grau de nebulosidade, a velocidade do vento, o grau de exposição, a densidade de ar frio, o poder emissivo dos diversos corpos e a condutividade calorífica, também influenciam (MASSIGNAM; DITTRICH, 1998). Segundo Queralto (1971), as geadas nunca ocorrem na presença de apenas um desses fatores, e sim da combinação de todos, em maior ou menor grau.

Outro fator importante na formação das geadas são as correntes locais de convecção, consequência, sobretudo, da configuração do terreno. O ar que durante a noite perde calor por radiação, aumenta a sua densidade e tende a distribuir-se nos lugares mais baixos, produzindo perdas de calor muito acentuadas e, por consequência, geadas (QUERALTO, 1971).

Existem diferentes tipos de geadas (temperatura do ar igual ou inferior a 0 °C) classificadas de acordo com sua origem (BALMELLI, 1993).

Segundo Caramori e Manetti Filho¹ *apud* HIGA (1998), nas condições do sul do Brasil ocorrem basicamente dois tipos de geada: geadas de vento e geadas de radiação. No estado de Santa Catarina, à semelhança do Paraná, as geadas de radiação ocorrem com maior frequência. Caramori e Manetti Filho (1993) relatam que este tipo de geada formam-se regionalmente, logo após a passagem das frentes frias e sob condições de céu limpo e ausência de ventos. Durante essas noites frias ocorre acentuada perda de calor por radiação das superfícies expostas, e da camada de ar mais próxima ao solo, que se resfria por condução.

As variações do número médio mensal e da probabilidade mensal de ocorrência de geadas no estado de Santa Catarina são, principalmente, devido às variações da altitude (MASSIGNAM; DITTRICH, 1998).

Numa geada de radiação, a temperatura das plantas normalmente se iguala àquela do ambiente num curto período de tempo. Apenas as partes maiores das plantas, contendo grandes quantidades de água, perdem calor em menor velocidade (SAKAI; LARCHER, 1987). A troca de calor com o ar através da convecção é, segundo Larcher (1975), mais efetiva quanto menores e mais subdivididas forem as folhas. Segundo o mesmo autor, a velocidade do vento também influencia de forma positiva essa perda de calor das plantas.

No solo, a queda de temperatura abaixo de 0 °C é bastante lenta e só ocorre se as baixas temperaturas persistem por um longo período de tempo. Nesse caso a velocidade de congelamento e a profundidade atingida no solo, dependem da cobertura, do teor de umidade e do tipo de solo. Solos descobertos, assim como solos mais secos congelam mais rápido que solos úmidos (SAKAI; LARCHER, 1987).

A baixa condutividade térmica do ar aliada à maior densidade do ar frio provocam a formação de um forte gradiente de temperatura próximo à superfície, denominado "inversão térmica" (VALLI, 1972).

Durante noites típicas de ocorrência de geadas de radiação, é comum observarem-se diferenças de temperatura da ordem de 5 °C ou mais entre a

¹ CARAMORI, P.H.; MANETTI FILHO, J. Proteção dos cafeeiros contra geadas. Londrina: **IAPAR**, 1993. Circular, 79.

superfície do solo e o abrigo termométrico, instalado a 1,5 m de altura (BOOTSMA, 1976² e 1980³, *apud* GRODZKI *et al.*, 1996). O que demonstra a grande amplitude de variação térmica em diferentes alturas.

3.3.2 Resistência às geadas

Plantas nativas de regiões quentes não podem ser plantadas em locais muito frios por que não desenvolvem resistência suficiente ao frio, não aclimatam, perdem a aclimação muito rapidamente, ou morrem quando expostas à temperaturas próximas ao congelamento (KRAMER; KOSLOWSKI⁴, 1979, *apud* KOZLOWSKI *et al.*, 1991).

Já plantas arbóreas naturais de regiões com clima temperado, desenvolvem resistência ao frio em consequência direta à queda na temperatura. A resistência, neste caso, é consequência de um aumento nas reservas de carboidratos e lipídeos (KOZLOWSKI *et al.*, 1991). Segundo Larcher (1975) a quantidade de água na célula diminui e os vacúolos dividem-se. O que pode ser alcançado em um ou dois dias, e perdido na mesma velocidade, sem que reduções no metabolismo ou crescimento possam ser observadas. Plantas doentes e com deficiências minerais, dificilmente conseguem desenvolver essa resistência.

O gênero *Eucalyptus*, assim como outras plantas, é relativamente pouco sensível às mudanças no fotoperíodo no que diz respeito ao desenvolvimento de resistência ao frio (KOZLOWSKI *et al.*, 1991).

Pode-se classificar a resistência de plantas a temperaturas baixas com base no seu limite e natureza em três diferentes grupos (LARCHER, 1975):

- a) Sensíveis a temperaturas baixas: danos ocorrem mesmo em temperaturas acima do ponto de congelamento. Enquadram-se nesse grupo plantas da floresta tropical.

² BOOTSMA, A. Estimating grass minimum temperatures from screen minimum values and other climatological parameters. **Agricultural Meteorology**, Amsterdam, v. 16, n. 1, p. 103-13, 1976.

³ BOOTSMA, A. **Frost risk survey of Prince Edward Island**. P. E. I. Department of Agriculture and Forestry, Canada, 1980, 35 p.

⁴ KRAMMER, P.J.; KOSLOWSKI, T.T. **Physiology of woody plants**. Orlando: Academia Press, 1979, 811p

b) Sensíveis ao congelamento: toleram temperaturas baixas, próximas ao congelamento. Os danos ocorrem assim que os cristais de gelo começam a se formar. A proteção, nesse caso, ocorre somente através de mecanismos que postergam o congelamento.

c) Tolerantes ao congelamento: sobrevivem ao congelamento extracelular. Um grande número de plantas arbóreas consegue sobreviver frios extremos.

A resistência ao frio pode ser ainda dividida em resistência apenas a baixas temperaturas e resistência efetiva contra geadas, conforme demonstra a Figura 2.



FIGURA 2 – COMPONENTES DA RESISTÊNCIA À BAIXA TEMPERATURA

FONTE: LARCHER (1975).

A formação da resistência ao frio pode ser vista como uma série de “níveis de resistência”. O primeiro nível trata-se de uma diminuição do ponto de congelamento da água intracelular, através do aumento da concentração da solução. O segundo nível de defesa protege tecidos importantes do congelamento. Ocorre somente após cessar totalmente o crescimento da planta, estabelecendo um estado dormente, após a exposição da planta a temperaturas em torno de 5 °C durante alguns dias (BOWERS, 1994). O terceiro e último nível, requerido somente nos climas mais severos, onde a temperatura atinge 40 °C negativos, não será abordado nesse trabalho.

Durante o desenvolvimento da resistência a geadas, ocorrem mudanças na atividade enzimática e na concentração de açúcares, proteínas, aminoácidos, ácidos nucléicos e lipídeos. A hidratação dos tecidos é reduzida enquanto que a permeabilidade das membranas aumenta. Observam-se essas mudanças em

conjunto ou isoladamente (SAKAI; LARCHER⁵, 1987 *apud* KOZLOWSKI *et al.*, 1991).

É inevitável que algumas mudanças bioquímicas ocorram em plantas expostas a baixas temperaturas: (1) a queda de temperatura afeta diferentemente vários processos enzimáticos, (2) a diminuição parcial ou total do crescimento resulta em menor utilização de carboidratos solúveis e compostos de nitrogênio e, (3) a menor taxa de respiração também acarreta menor necessidade de carboidratos solúveis. Por esses motivos, não é de se surpreender que açúcares e proteínas solúveis acumulem em plantas desenvolvendo resistência ao frio. Esse acúmulo pode ou não estar relacionado com o aumento da resistência, mesmo sabendo-se que esses dois processos estão intimamente correlacionados (KOZLOWSKI *et al.*, 1991).

As diferentes partes de uma mesma planta possuem graus distintos de resistência ao frio. As partes sob o solo, expostas à temperaturas menos extremas que as na parte aérea, são muito mais suscetíveis a danos que o caule e as folhas (FITTER; HAY, 1981; KOZLOWSKI *et al.*, 1991; BOWERS, 1994). Assim como as gemas apicais que, segundo Kozlowski *et al.* (1991), desenvolvem geralmente menor resistência ao frio que gemas laterais.

A idade e o desenvolvimento alcançado pelas plantas são fatores que afetam a suscetibilidade delas às geadas. As temperaturas mais baixas ocorrem no nível do solo, portanto, as plantas mais jovens ou mal desenvolvidas estão mais expostas ao frio e sofrem danos maiores (PRADO⁶, 1991, *apud* BALMELLI, 1993; FAO, 1979; HIGA *et al.*, 1997; PATON, 1982).

Da mesma forma a lignificação, que está relacionada com a idade, diminui o risco de dano no câmbio e, portanto, aumenta a resistência ao frio. Os brotos mais recentes, entretanto, continuam sendo suscetíveis (PRADO⁵, 1991, *apud* BALMELLI, 1993). Segundo FAO (1979), a uma mesma altura, os tecidos cambiais passam a ser protegidos por um crescente espessamento de casca à medida que a planta cresce.

⁵ SAKAI, A.; LARCHER, W. **Frost survival of plants**. Berlin: Springer-Verlag, 1987.

⁶ PRADO, J. A. **Selección de espécies y procedencias**. En: Principios de silvicultura e manejo. Santiago de Chile: Instituto Florestal, 1991. p. 42-56.

O estado fisiológico também influencia, o dano é maior quando a planta se encontra em franco crescimento (LARCHER, 1982).

Paton (1982) concluiu que a perda de resistência em algumas espécies de eucalipto, cujos brotos e raízes foram mantidos em temperaturas quentes, ocorreu em apenas 2-3 dias. Essa perda rápida não ocorre se as raízes, ao contrário dos brotos, continuarem expostas a temperaturas baixas. Plantas com raízes expostas a temperaturas frias apresentaram danos somente até o sétimo nível de galhos, de baixo para cima. Já as plantas onde as raízes foram mantidas por 2-3 dias em temperaturas mais quentes, em estufa, apresentaram dano até o décimo primeiro nível de galhos.

Segundo Paton⁷ (1981), *apud* Higa (1998), variações na temperatura e no período de exposição, causam acentuada mudança na resistência às geadas. Plantas expostas a uma temperatura de 2 °C por dois dias resistiram a uma temperatura de -6,5 °C, que em outras condições seria letal. Aumentando o período de exposição à temperatura de 2 °C a resistência foi aumentada. Parte das mudas resistiu a -8 °C, mas nenhuma resistiu a -10 °C.

Horiuchi e Sakai (1978), trabalhando com *Cryptomeria japonica*, no Japão, concluíram que o aumento da temperatura diária e, conseqüentemente, dos tecidos no colo da planta, diminuiu a resistência da planta a geadas. O aumento de temperatura referido pelos autores, trata-se, basicamente, da maior incidência de radiação solar.

Além da resistência a geadas, tem-se a resiliência, que é a capacidade de um indivíduo voltar ao normal após ter sido danificado, ou ainda a capacidade de recuperação de uma planta após ter sido exposta a fatores adversos (HIGA *et al.*, 2000). Desta forma, trabalhos que avaliem danos causados por geadas, devem incluir também a avaliação da recuperação das plantas.

No que diz respeito à adubação de eucalipto em ambientes sujeitos às geadas, Lisbão Júnior (1980) relata que o fósforo demonstrou ser o nutriente mais importante no desenvolvimento inicial em altura, não tendo afetado o grau de resistência às geadas e a sobrevivência das plantas. Diferentemente do nitrogênio,

⁷ PATON, D.M. Eucalyptus physiology III. Frost resistance. **Australian Journal of Botany**, Melbourne, Australia, v.29. p.675-688, 1981.

que, segundo Treshow (1970), torna as células maiores e com paredes mais finas, menos tolerantes às baixas temperaturas ou geadas.

3.3.3 Danos causados por geadas

Segundo Sakai e Larcher (1987), muitos tipos de danos podem ocorrer, podendo ser observados nas plantas através de descoloração, encolhimento, morte de tecidos e rupturas associadas ao efeito mecânico do congelamento.

Algumas plantas de origem tropical e subtropical podem sofrer danos com frio causados por qualquer temperatura fria, porém, não fria o suficiente para congelar a planta (LARCHER, 1985). Trata-se, segundo Kozlowski *et al.* (1991); Bowers (1994), de um dano diferente do que ocorre em temperaturas nas quais há formação de gelo.

Em decorrência da perda de calor, observa-se diminuição da fotossíntese, suscetibilidade a organismos patogênicos, menor crescimento e, em casos extremos, a morte da planta. Esses danos ocorrem geralmente em noites de céu limpo, seguidos por dias ensolarados. Plantios jovens são especialmente suscetíveis a esses danos (KOZLOWSKI *et al.*, 1991; BOWERS, 1994).

Os danos em decorrência de períodos com baixa temperatura dependem não somente da temperatura mínima atingida, mas do tamanho do período. Períodos prolongados de temperaturas moderadamente frias, por exemplo, causa mais danos que um período menor de temperaturas consideravelmente mais baixas (BOWERS, 1994; FAO, 1979).

Segundo FAO (1979), ventos fortes durante um período de temperaturas baixas podem causar danos ainda mais intensos. Larcher (1975) confirma a influência negativa do vento e relata que sua presença acelera a transpiração das plantas, processo que remove calor das folhas, podendo torná-las alguns graus mais frios que o ar.

Outra causa freqüente de danos severos é a queda abrupta de temperatura (BOWERS, 1994; FAO, 1979). Segundo FAO (1979), em casos extremos, a temperatura pode baixar 20 °C em apenas 12 horas.

A época do ano em que as geadas ocorrem, também influencia. Geadas esporádicas são normalmente mais danosas (LARCHER, 1975), porque embora as

temperaturas raramente sejam muito baixas, elas atingem as plantas com pouca ou nenhuma rustificação (HIGA, 1998). Desta forma, as geadas de outono e primavera são as mais prejudiciais (FAO, 1979; FAO⁸, 1981, *apud* BALMELLI, 1993). Bowers (1994) explica este fato afirmando que, na primavera, quando a temperatura começa a subir, a planta volta a crescer normalmente e, caso ocorra uma queda brusca de temperatura ou geada tardia, haverá certamente danos. Esse fato se agrava com a sua repetição (BOWERS, 1994).

Normalmente, a formação do gelo ocorre nos espaços intercelulares e nas paredes da célula (LARCHER, 1975). O que não é comumente fatal. Ao contrário do gelo que se forma dentro das células, responsável, na grande maioria dos casos, pela morte das plantas, associada à ruptura mecânica da membrana celular (KOZLOWSKI *et al.*, 1991; BOWERS, 1994).

Kozlowski e Kramer (1960) e Kozlowski *et al.* (1991), relatam que os prejuízos inverniais são geralmente determinados pelo congelamento, embora sejam algumas vezes originados pela dessecação dos tecidos.

Larcher (1980) relata que células com uma grande quantidade de água que não foram aclimatadas para o frio podem congelar intracelularmente. Mais comum, porém, é a formação de gelo nos espaços intercelulares e nas paredes das células, ou seja, extracelularmente.

Os danos decorrentes do congelamento são observados nas plantas através da descoloração, encolhimento e morte de tecidos, rupturas associadas ao efeito mecânico do congelamento, má formação resultante das injúrias aos tecidos meristemáticos e diferenciação incompleta dos tecidos (SAKAI; LARCHER, 1987).

Os danos são normalmente mais graves quando as reservas de fotosintetizados são baixas, possivelmente pelo baixo potencial osmótico (TRESHOW, 1970).

Rompimentos na casca das plantas em decorrência do frio podem ser também observados, pois a madeira tende a encolher mais tangencialmente que radialmente durante o congelamento. Além das grandes diferenças nas temperaturas observadas do lado sombreado do tronco e do exposto ao sol. A radiação direta seguida de sombreamento com nuvens é o fator responsável pela

⁸ **FAO.** El eucalipto en la repoblación forestal. Roma: FAO, 1981. Colección FAO. Montes n.11. 723p.

grande e rápida diferença de temperaturas, causando sérios danos (BOWERS, 1994).

Tecidos finos e suculentos de plantas jovens são muito mais sensíveis ao frio que tecidos mais velhos. Há, porém, uma variação muito grande entre as espécies (TRESHOW, 1970).

Brotações são normalmente mais afetadas pela baixa temperatura. A resistência dos brotos desaparece rapidamente na primavera. Assim, geadas tardias que eventualmente ocorram, afetarão quase sempre somente os brotos (KOZLOWSKI *et al.*, 1991).

Os sintomas visuais das folhas afetadas pelo frio não aparecem durante a exposição das folhas à perda de calor. Somente com o aumento da temperatura, entre 15 e 25 °C, os primeiros danos surgem. Trata-se, portanto, de reações dependentes da temperatura, cuja velocidade é muito baixa no frio, acelerando com o aumento da temperatura (BOWERS, 1994).

Balmelli (1993) cita como consequência de geadas a formação de plantas bifurcadas ou ramificadas, resultado da morte dos ápices vegetativos e da brotação das gemas axiais. A porcentagem de plantas com estas características é uma forma indireta de se avaliar a tolerância destas ao frio.

Os danos indiretos podem comprometer o desenvolvimento de uma espécie, tornando a planta mais suscetível às pragas e doenças, alterando o período de florescimento e também má formação de ramos, decorrentes de danos nos tecidos meristemáticos não diferenciados completamente (KOZLOWSKI *et al.*, 1991; SAKAI; LARCHER, 1987).

Baixas temperaturas podem ainda induzir a fotoinibição e uma perda dependente da luz na eficiência fotoquímica da fotossíntese II que ocorre quando mais luz é absorvida do que pode ser usada na fotossíntese (KRAUSE⁹, 1994 *apud* EGERTON *et al.*, 2000).

⁹ KRAUSE, G. H. Photoinhibition induced by low temperatures. In: BAKER, N.R.; BOWYER, J.R. **Photoinhibition of photosynthesis, molecular mechanisms to the field**. Oxford: Bios Scientific Publishers, 331-348, 1994.

3.3.4 Danos causados por geadas em *Eucalyptus*

Em eucaliptos, as geadas causam a morte de brotações e trincas no tronco, onde posteriormente ocorrem a entrada de microorganismos, especialmente fungos e patógenos fracos. Em seguida, com a reação da árvore por calejamento, têm-se cancrios típicos no tronco injuriado (FERREIRA, 1989).

Além dos danos diretos, como morte total ou parcial da copa e até a morte da planta, os danos indiretos, que são os mais freqüentes, podem não apenas restringir o potencial de crescimento das plantas, como inviabilizar a formação de povoamentos comerciais (HIGA *et al.*, 1997).

Higa *et al.* (1997), em Campo do Tenente, observaram que *E. dunnii* e *E. camaldulensis* Dehn. apresentaram sobrevivência superior a 70%, mas 27% das árvores remanescentes apresentaram bifurcações, mostrando que foram danificadas pelas geadas nos primeiros anos após o plantio.

No mesmo experimento, mas em outro trabalho, Higa (1998) observou que plantas de *E. dunnii* apresentaram baixa mortalidade decorrente de geadas, e pouca variação da mesma nos três primeiros anos. Porém, uma característica muito importante verificada em grande número de plantas após a ocorrência de geadas é a emissão de brotos laterais, conseqüência da morte da gema apical que pode provocar deformações no fuste ou bifurcações. Em qualquer um dos casos, mesmo que o crescimento não seja afetado, a qualidade da madeira pode ser prejudicada pela ocorrência de madeira morta inclusa ou pelo favorecimento da entrada de pragas e/ou doenças.

Segundo Freitas e Berti Filho (1994), a desfolha artificial total das plantas do gênero *Eucalyptus*, que pode ocorrer como conseqüência de geadas, acarreta perda da metade do rendimento de biomassa do tronco e da copa no ano seguinte.

Ferraz e Coutinho (1984), trabalhando com um povoamento de *E. saligna* com nove anos de idade, concluíram que após uma geada, 48% das árvores tiveram a madeira danificada. Outra constatação é que árvores com DAP inferior a 4 cm sofreram danos irreparáveis apresentando lenho apodrecido em 80% dos indivíduos. Enquanto que árvores com DAP igual ou maior a 9 cm, praticamente não foram afetadas. Sendo assim, árvores dominadas sofrem maiores danos em relação às co-dominantes e, principalmente, às dominantes.

Floss *et al.* (1997), em teste de procedências e progênies de *E. viminalis* no município de Chapecó, SC, avaliaram um povoamento com 10 meses de idade. Observou que 36% das plantas foram danificadas pelas geadas. Aos 60 meses, constatou uma mortalidade de 20% das plantas.

HIGA *et al.* (1997), analisaram 20 diferentes espécies de eucalipto. *E. dunnii* foi enquadrado no grupo que apresentou maior crescimento, com volumes superiores a 500 estéreos/ha com casca, aos nove anos de idade. Deste grupo, *E. dunnii* foi, aparentemente, a espécie mais danificada pelas geadas (26% das plantas bifurcadas), em comparação com as outras (em torno de 10%). No entanto, *E. dunnii* apresentou a melhor capacidade de recuperação do crescimento igualando-se a *E. macarthurii* e *E. viminalis* (565 e 570 estéreos/ha com casca, aos nove anos de idade, respectivamente).

Para a avaliação de danos causados por geadas, Lisboa Júnior (1986), recomenda uma classificação detalhada, com cinco níveis distintos de classificação, por serem estatisticamente preferíveis a métodos com apenas dois níveis, que podem apresentar equivalência de interpretações.

Higa *et al.* (2000), utilizaram classificação com 10 níveis de dano, diferenciando sua intensidade pelo porcentual de folhas e caule danificado.

3.4 PLANTIO SOB COBERTURA

A dinâmica para o estabelecimento da cobertura compreende, em primeiro lugar, o corte de cobertura. Seu propósito é, em uma única operação, abrir espaço suficiente para permitir o estabelecimento das plantas jovens e manter árvores com grande potencial de crescimento, bem distribuídas, que poderão permanecer até o corte final. O ideal é abrir o dossel de forma a permitir somente o desenvolvimento das espécies desejáveis (SMITH *et al.*, 1997).

O estabelecimento das plantas ocorre, portanto, sob a proteção do dossel da floresta adulta que é finalmente retirada quando a regeneração encontra-se capaz de fazer total uso do espaço disponível, ou quando a presença desta cobertura passa a não ser mais benéfica ao crescimento das plantas jovens (SMITH, 1986).

Em função da extração das árvores remanescentes em operações subseqüentes que poderão ocasionar danos a regeneração, Smith *et al.* (1997)

recomendam retirar o maior número de árvores possível no corte de cobertura que antecede o plantio.

A densidade apropriada de árvores remanescentes é muito variável e depende das exigências das espécies, bem como dos sítios. Parâmetros como área basal ($G \text{ m}^2/\text{ha}$) relacionada com a cobertura das copas podem ser utilizados como referência à intensidade dos desbastes para a pré-estabilização da regeneração natural ou artificial, assim permitindo trocas de experiências entre casos distintos (SMITH *et al.*, 1997).

Outro ponto importante na decisão da intensidade remanescente é o fato de que em condições edáficas favoráveis, incrementos em crescimento podem ser obtidos como resultado de diferenças na abertura do dossel aparentemente insignificantes (SMITH, 1986). Muito embora, segundo Smith *et al.* (1997), aberturas excessivas favoreçam o estabelecimento de espécies indesejáveis.

A escolha das árvores remanescentes que formarão a cobertura é de fundamental importância. Estas, de acordo com Smith *et al.* (1997), devem pertencer à classe dominante, possuir copas largas e profundas, com grandes comprimentos relativos de copa verde. Burschel e Huss (1997) recomendam ainda que as árvores tenham copa verde com 30 a 40% da altura total e troncos cônicos. Estas árvores são aquelas que combinam resistência aos ventos e capacidade de resposta em incremento à abertura de espaço.

Cabe ressaltar que o porcentual de copa viva é resultado do manejo silvicultural empregado durante toda a vida do povoamento (BURSCHEL; HUSS, 1997). Por este motivo, povoamentos que não sofreram desbastes durante sua vida podem não estar aptos ao estabelecimento de uma cobertura esparsa.

O objetivo desta escolha criteriosa das árvores que permanecerão como cobertura é a obtenção de um povoamento estável, que resista a ventos. Uma vez que, quanto mais aberto e heterogêneo é o dossel, maior a turbulência quando massas de ar adentram as copas com força e velocidade (BURSCHEL; HUSS, 1997).

Segundo Matthews (1989), as vantagens do plantio sob cobertura são: (i) proteção para as espécies que na fase juvenil são sensíveis às geadas, seca e ventos frios; (ii) o solo é mais eficientemente protegido que em sistemas de cortes rasos, particularmente quando o dossel é gradualmente e cautelosamente aberto;

(iii) existe menor risco de dessecação do solo e invasão de sementes de espécies competidoras; (iv) há um risco menor de multiplicação de pragas que se proliferam em locais abertos; (v) em locais com declividades elevadas e instáveis há um menor risco de erosões; (vi) uma oportunidade de crescimento é dada às melhores árvores que permanecem formando a cobertura. (vii) esteticamente são preferíveis ao corte raso. (viii) Smith (1986) relata ainda o fato da transição do povoamento antigo para o novo ocorrer sem a perda do controle sobre o espaço produtivo, usando-o, portanto, mais eficientemente.

Matthews (1989) cita ainda algumas desvantagens: (i) requer maior perícia e ocupa mais tempo que o corte raso; (ii) o trabalho é menos concentrado; (iii) derrubada e extração são mais dispendiosas; (iv) danos são causados em maiores ou menores intensidades sobre as plantas jovens, derrubando e arrastando as árvores através destas. Estes danos podem ser amenizados com métodos adequados e planejamento.

Experimentos recentes realizados em todo o mundo demonstram a utilização de plantio, ou regeneração sob cobertura com finalidades bastante diferentes. Fornecer sementes de árvores selecionadas para a próxima geração, com o objetivo de melhorar o crescimento e a forma das árvores (WALTERS; BELL, 2005; PASTUR *et al.*, 2000; HOLGÉN; HÅNELL, 2000), ou de aumentar a produção de nozes (KARLSSON; NILSSON, 2005); promover condições ambientais que favoreçam as espécies objeto (KARLSSON; NILSSON, 2005), manter o solo menos encharcado, no caso de áreas mal drenadas (POTHIER *et al.*, 2003); proteger as plantas novas de geadas severas (ANGESTAM, *et al.*, 2003; LANGVALL; LÖFVENIUS, 2002); testar o efeito da presença de cobertura sob sete diferentes folhosas, inclusive *E. grandis* (SIMPSON; OSBORNE, 2006); foram alguns dos objetivos deste sistema silvicultural já estudados.

No sudeste da Austrália, florestas de *E. obliqua* são regeneradas sob cobertura em função da baixa eficiência observada em sistemas tradicionais de corte raso seguido de regeneração natural. Num primeiro momento, algumas árvores adultas são removidas, reduzindo a área basal de 32 para 6 m²ha⁻¹, deixando apenas 10-15 árvores por hectare que permanecerão por mais 10-20 anos. A rotação, neste caso, é de 80-120 anos (WALTERS; BELL, 2005).

Angestam *et al.* (2003), avaliando sistemas de regeneração sob cobertura em comparação com céu aberto para *Fagus sylvatica* na Suécia, onde os tratamentos foram corte raso, coberturas esparsa (54 arv/ha, 14,9 m²/ha) e densa (106 arv/ha, 22,8 m²/ha) observaram que a quantidade de radiação fotossinteticamente ativa que atingia o solo era de 12-19% e 43-49%, para as coberturas densa e esparsa, respectivamente. Constataram ainda que em três noites com ocorrência de geada, em todas foi possível observá-la no corte raso, com mínima de -2,5 °C e, em uma noite somente na cobertura esparsa, com mínima de -1,6 °C. Nenhuma geada foi constatada na cobertura densa. A massa seca das folhas, caule e raiz foi menor na cobertura densa aos 3 anos de idade.

3.4.1 Efeitos da cobertura na proteção contra geadas

O microclima dentro de uma área florestal é muito diferente daquele em área aberta. As árvores afetam a precipitação que atinge o solo, influenciam a umidade e a temperatura do ar próximo ao solo, assim como a temperatura do mesmo. A amplitude de variação térmica próxima ao solo é muito maior em áreas abertas, com maior duração da incidência de luz solar e temperaturas noturnas mais baixas (KUBIN; KEMPPAINEN¹⁰, 1991 *apud* LANGVALL; LÖFVENIUS, 2002).

Os raios do sol chegam à superfície da Terra em ângulos inclinados, exceto ao meio dia nos trópicos. Por este motivo, o sombreamento de plantas durante o dia pode não ter efeito algum em barrar a perda de calor durante a noite. Isto por que a direção pela qual o calor pode ser perdido é diretamente acima, no zênite. Em termos gerais pode-se dizer que quanto mais espaçadas as copas das árvores da cobertura, maior será a perda de calor por radiação (SMITH, 1986).

Larcher (1975) afirma que quanto mais densa a cobertura, menores são as perdas de calor por radiação. Ao barrar o processo de conversão de calor, prevalecem temperaturas mais estáveis.

Segundo Burschel e Huss (1997), quanto mais aberto é dossel, maior é a intensidade de radiação, tanto direta como indireta, sobre o solo. Com isso há também um aumento da temperatura do ar e do solo.

¹⁰ KUBIN, E., KEMPPAINEN, L. Effect of clear-cutting of boreal spruce forest on air and soil temperature conditions. **Acta For. Fenn.**, 225 p., 1991.

De acordo com Geiger¹¹ (1965) *apud* Smith (1986), em pequenas aberturas de dossel, o desenvolvimento de extremos de temperatura é impedido pelo sombreamento lateral; em grandes aberturas, o vento é capaz de gerar turbulência suficiente para transferir o calor, reduzindo a oscilação térmica superficial durante o dia.

Adicionalmente ao efeito sobre a radiação nos sistemas sob cobertura (GRANBERG¹² *et al.*, 1993, *apud* LANGVALL; LÖFVENIUS, 2002), há um efeito aerodinâmico. Ventos fracos interagem com a parte superior das árvores da cobertura, induzindo uma troca de calor de cima para baixo. Fenômeno este que não ocorre em áreas totalmente desprovidas de árvores.

A temperatura do ar na altura do solo é maior em povoamentos abertos em comparação com outros totalmente fechados. Quanto maior é esta abertura, porém, maior será a perda de calor por radiação durante a noite. Conseqüentemente, o microclima em locais com cobertura possui uma oscilação térmica menor (BURSCHEL; HUSS, 1997).

A Tabela 1 mostra os efeitos da presença de cobertura arbórea na temperatura e ocorrência de geadas.

TABELA 1 - TEMPERATURAS MÍNIMAS MEDIDAS NA ALEMANHA, A 5 CM DO SOLO, SOB COBERTURA E CÉU ABERTO NO PERÍODO DE 02/05 A 02/06/1980

VALOR	CÉU ABERTO	SOB COBERTURA
Temperatura média(°C)	- 3,9	+ 2,0
Temperatura mais baixa (°C)	- 7,1	+ 0,1
Noites com geada (Nº)	12	3
Dano de geada	Forte	Nenhum

FONTE: v. LÜPKE¹³, *apud* BURSCHEL; HUSS (1997).

Quando uma folha é iluminada, são absorvidos de 20 a 95% da radiação, dependendo do comprimento de onda. De qualquer forma, apenas uma pequena fração dessa energia absorvida é requerida para a fotossíntese. O excedente é

¹¹ GEIGER, R. **The climate near the ground**. 3rd ed. Cambridge: Harvard Univ. Press, 1965.

¹² GRANBERG, H., OTTOSSON LÖFVENIUS, M., Odin, H. Radioactive and aerodynamic effects of an open pine shelterwood on calm, clear nights. **Agric. For. Meteorol.** 63, p. 171-188, 1993.

¹³ v. LÜPKE, B. **Versuche zur Einbringung von Lärche und Eiche in Buchenbestände**. Schriftenr. Forstl. Fak. Univ. Göttingen n. Nieders. Forstl. Vers. Anst., 74, 1982.

transformado em calor e, caso a planta não consiga eliminá-lo rapidamente, sua temperatura aumentará rapidamente, ocasionando stress térmico (FITTER; HAY, 1981). O mesmo autor descreve que, no caso de:

$$Q_{\text{rad}} + Q_{\text{conv}} + Q_{\text{trans}} > Q_{\text{abs}}$$

a folha irá resfriar-se. Do contrário:

$$Q_{\text{rad}} + Q_{\text{conv}} + Q_{\text{trans}} < Q_{\text{abs}}$$

a temperatura da folha aumentará.

onde:

- Q_{rad} → energia perdida por radiação
- Q_{conv} → energia perdida por convecção
- Q_{trans} → energia perdida pela evaporação da água
- Q_{abs} → energia absorvida pela folha.

O uso de árvores, *Inga jinicuil* (BARRADAS; FANUL¹⁴, 1986, *apud* CARAMORI, 1999), *Mimosa scabrella* (CARAMORI *et al.*, 1996, *apud* CARAMORI, 1999), *Grevillea robusta* (BAGGIO¹⁵ *et al.*, 1997, *apud* CARAMORI, 1999), *Cajanus cajan* (CARAMORI *et al.*, 1999), como cobertura em plantios de café no sul do Brasil são exemplos bem sucedidos de plantios sob cobertura com o objetivo de aumento da temperatura mínima. Nestes estudos foram observadas temperaturas mínimas sob cobertura entre 0,3 e 5,5 °C mais elevadas que em céu aberto.

Horiuchi e Sakai (1978) avaliaram o efeito de um quebra-vento com o objetivo de proteger plantas novas de *Cryptomeria japonica* dos efeitos negativos do frio. Observaram que poucas plantas próximas ao quebra-vento sofreram danos, ao contrário das plantas localizadas a mais de 30 metros de distância, que foram

¹⁴ BARRADAS, V.L., FANJUL, L. Microclimatic characterization of shaded and open-grown coffee (*Coffea arabica* L.) plantations in Mexico. **Agric. For. Meteorol.**, Amsterdam, v. 38, p. 101-112, 1986.

¹⁵ BAGGIO, A.J., CARAMORI, P.H., ANDROCIOLO FILHO, A. et al. Productivity of southern Brazilian coffee plantations shaded by different stockings of *Grevillea robusta*. **Agrofor. Syst.**, Amsterdam, v. 37, p. 111-120, 1997.

fortemente danificadas. Ao relacionar as temperaturas com as distâncias até o quebra-vento os autores concluíram que não havia diferença, principalmente nos primeiros 15 a 30 metros, o que correspondia a uma e duas vezes a altura do quebra-vento. Segundo os autores, o que determinou a maior resistência ao frio foi uma exposição a menor amplitude diária de temperatura (15 a 0 °C), quando comparadas a uma variação térmica maior (23 a 0 °C).

Avaliando a diferença de temperatura, nas horas mais frias do dia, entre folhas dos cafeeiros localizados sob copa de pínus e as folhas dos situados a mais de 10 m de distância, Leal (2004), observou que a temperatura das folhas dos cafeeiros sob a copa das árvores de pínus foi cerca de 2,5 °C mais alta.

Resultados semelhantes foram observados por Close e Beadle (2003). Noites extremamente frias seguidas por manhãs ensolaradas durante as primeiras 20 semanas de um plantio de *E. nitens* na Tasmânia, acarretaram uma fotoinibição severa. O maior crescimento em altura ocorreu nas áreas sombreadas. Assim, os autores concluíram que o sombreamento diminuiu a fotoinibição e maximizou o crescimento durante o inverno.

Seitz (1974) observou que as temperaturas mínimas, médias e máximas são mais altas dentro de uma Mata de Araucária do que as temperaturas em campo aberto. Isto ocorreu devido à penetração de parte da radiação solar, ocasionando o aquecimento do ar dentro da mesma. Como as árvores impedem a movimentação do ar, esta massa de ar permanece estática e perde muito pouco calor. As copas das árvores impedem a perda de calor para a atmosfera durante as noites (efeito estufa), provocando o efeito estufa, diminuindo o resfriamento do ar durante as noites. No campo aberto, onde a movimentação do ar é livre, além da perda de calor da massa por irradiação, há perda devida às misturas das massas de ar com diferentes temperaturas, por convecção e advecção.

3.4.2 Efeito da cobertura no crescimento das plantas

Segundo Egerton *et al.* (2000), o sombreamento reduz a quantidade de luz, sem, contudo, afetar substancialmente a qualidade desta. O comprimento de onda azul, que é o mais ativo na fotossíntese, está presente em relativamente grande quantidade na luz difusa (SMITH *et al.*, 1997).

Espécies não tolerantes ao sombreamento apresentam pequenas respostas ao aumento da intensidade lumínica em condições sombreadas, quando comparadas com espécies tolerantes (STRAND *et al.*, 2006). Os mesmos autores relatam ainda que o crescimento das plantas sob cobertura é afetado, também, por outros fatores como a umidade do solo e a disponibilidade de nutrientes.

Na Austrália, o sistema de regeneração sob cobertura é amplamente empregado nas florestas de *E. obliqua* com o objetivo de manter as melhores árvores como portas-semente. Esta espécie, assim como outras do mesmo gênero, requerer forte luminosidade para que o estabelecimento e o crescimento normal das novas plantas. Esta luminosidade pode ser obtida com cobertura de baixa intensidade, aproximadamente 10-15 árvores por hectare (WALTERS; BELL, 2005).

Egerton *et al.* (2000) testaram os efeitos de duas diferentes intensidades de radiação no crescimento de *E. pauciflora*. Após o inverno, os autores concluíram que plantios sombreados (sombrite 50%) apresentaram menor fotoinibição, atingiram maiores índices de fotossíntese e menor perda de área foliar. Estas diferenças resultaram em maior crescimento das plantas sombreadas quando comparadas com as não sombreadas.

Simpson e Osborne (2006) testaram o crescimento de sete espécies de folhosas plantadas sob a cobertura de uma floresta de *Pinus elliottii* com 12-15 anos de idade e densidade de 739 árvores por hectare, no sudeste de Queensland, Austrália. Durante o experimento, a densidade do estrato superior foi reduzida para 577, 427, 342 e 169 árvores por hectare, aos 17, 23, 32 e 41 anos. A única espécie do gênero *Eucalyptus* incluída no experimento foi o *E. grandis*. Concluíram que, todas as espécies utilizadas tiveram um desenvolvimento inicial lento. Além disso, para o *E. grandis*, observou-se uma mortalidade de 79% dos indivíduos até o segundo ano. Durante os desbastes do *P. elliottii* ocorreram danos às plantas sob cobertura, com mortalidades da ordem de 9-16% por intervenção. Aos 41 anos, alguns indivíduos de *E. grandis* apresentavam características comparáveis às melhores árvores do experimento. Valores médios de ocupação de área e volume por hectare demonstraram, porém, que, no conjunto, os indivíduos de *E. grandis* não cresceram como o esperado.

Strand *et al.* (2006), trabalhando com plantios de *Pinus sylvestris*, *Pinus contorta* e *Picea abies* sob a cobertura de uma floresta de *P. sylvestris* concluíram,

para todas as espécies, que o crescimento em altura das plantas está mais correlacionado com a distância até a árvore da cobertura mais próxima, do que com a quantidade de radiação solar que atingiu o solo.

3.4.3 Remoção da cobertura

A remoção da cobertura ocorre quando não há mais necessidade de proteção sobre as plantas jovens, ou por esta atingir níveis muito elevados de concorrência com as árvores da cobertura (SMITH *et al.*, 1997).

Ao efetuar o corte de remoção, algum dano será certamente provocado. Este pode ser reduzido com maiores cuidados durante a operação, porém, nunca eliminado. Os menores danos são provocados quando as plantas atingidas apresentam flexibilidade (SMITH *et al.*, 1997).

Em se tratando de árvores de grandes proporções, pode ser vantajoso fazer a colheita de cada árvore, derrubando e arrastando as árvores em uma operação seqüenciada (SMITH, 1986).

Entre os danos provocados, incluem-se não somente a quebra total de troncos, mas também ferimentos na casca e câmbio. Colocar o tronco em posições inclinadas de forma a desenvolver madeiras de reação é muitas vezes pior que matar totalmente a planta. Isso porque ela continua crescendo e utilizando o espaço disponível de outra árvore não atingida (SMITH, 1986).

Danos ao solo e às raízes podem provocar efeitos muito maiores que os visivelmente perceptíveis (SMITH, 1986). Em contrapartida, Smith *et al.* (1997), afirmam que os danos muitas vezes parecem mais graves do que realmente são.

De acordo com Smith (1986) é difícil de estabelecer limites aceitáveis de danos sem que se comprometa a produção futura. Estas perdas são usualmente expressas em termos percentuais de indivíduos atingidos. De qualquer forma, Smith *et al.* (1997) recomendam direcionar a queda das árvores para as áreas onde a densidade de plantas novas é maior.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 ÁREA DE ESTUDO

O experimento foi instalado em uma área pertencente à empresa Florestal Gateados Ltda. (FIGURA 3), no município de Capão Alto, Santa Catarina, distante 60 km da cidade de Lages, sentido sudoeste. As coordenadas do local de estudo são 28°03'26" de Latitude Sul e 50°46'13" de Longitude Oeste.

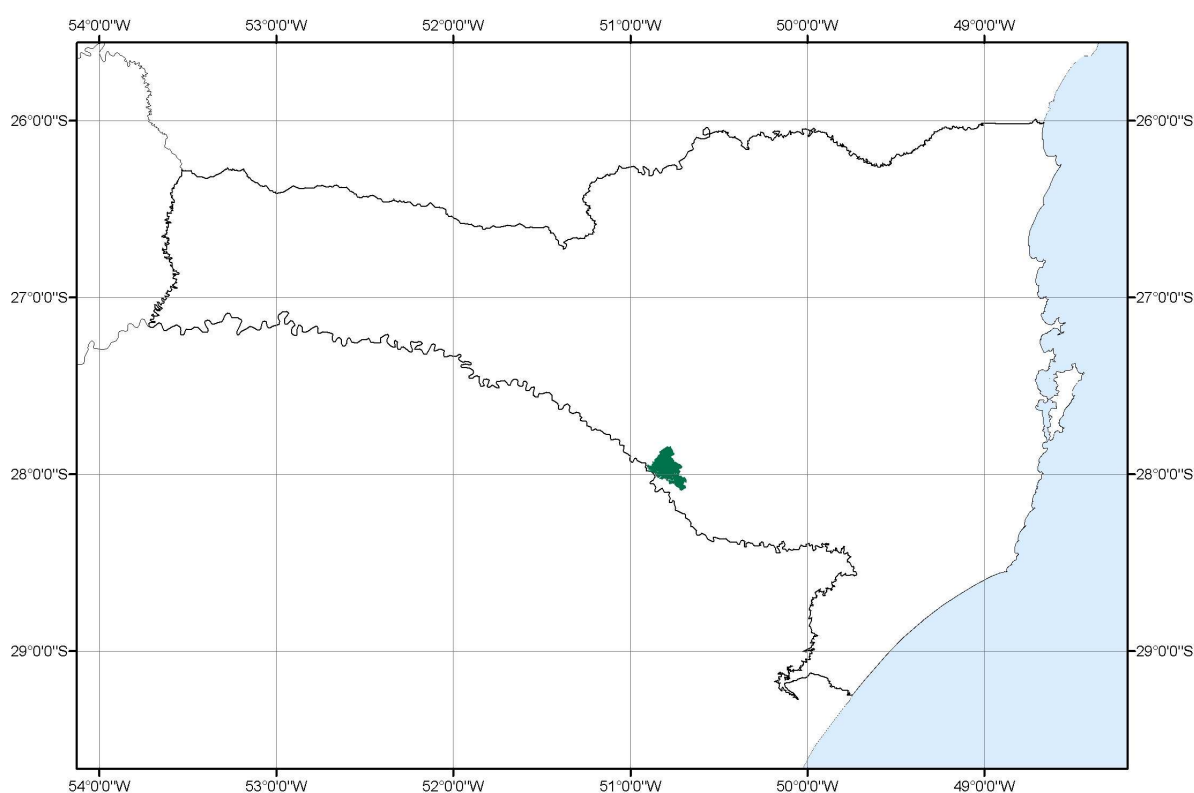


FIGURA 3 – LOCALIZAÇÃO DA EMPRESA FLORESTAL GATEADOS LTDA. NO ESTADO DE SANTA CATARINA. ÁREA EXPERIMENTAL LOCALIZADA NAS COORDENADAS 28°03'26" LATITUDE SUL E 50°46'13" LONGITUDE OESTE

FONTE: O autor.

A área experimental está compreendida dentro da Região Bioclimática 1 (FIGURA 4), classificada desta forma por EMBRAPA (1988) em função da ocorrência de geadas.

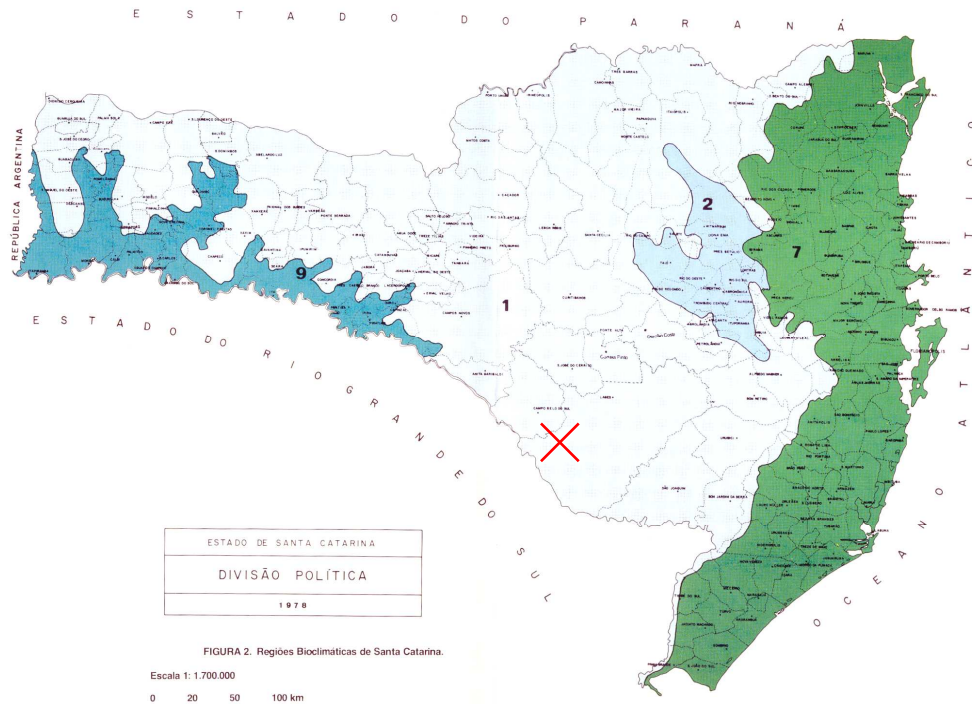


FIGURA 4 – LOCALIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL NO MAPA DE REGIÕES BIOCLIMÁTICAS DE SANTA CATARINA (EMBRAPA, 1988)

FONTE: Autor.

Constata-se na Figura 4 que a área experimental está inserida na Região Bioclimática 1, que ocupa uma porção representativa do território do estado de Santa Catarina.

4.1.1 Clima

De acordo com a classificação de Köppen, o clima da área de estudo é, predominantemente, do tipo Cfb, mesotérmico, subtropical úmido, com verões frescos, sem estações secas definidas, com a ocorrência de geadas severas. Este tipo climático é comum no Planalto Meridional Brasileiro. A temperatura média anual é de 12 a 19 °C, a média mínima de 5 a 8 °C, a média máxima de 22 a 31 °C e, a mínima absoluta, -12 °C. A precipitação anual fica em torno de 1.300 a 2.400 mm. A frequência com que as geadas ocorrem varia de 2 a 29 por ano (EMBRAPA, 1988).

4.1.2 Solos

Segundo EMBRAPA (1988) a área em questão possui solos derivados do derrame basáltico do Trapp e de material sedimentar. O derrame basáltico do Trapp ocupa a maior das áreas a oeste da Serra Geral, atingindo a fronteira da Argentina. Esta sub-região corta o estado no sentido Norte-Sul, acompanhando a Serra geral.

Especificamente, os solos da área de estudo, são originados de riodacito, rocha efusiva da formação Serra Geral. O solo de maior representatividade do local é o Nitossolo Háplico, com associações de Cambissolo e Neossolo Litólico nas áreas mais declivosas. São solos minerais, não hidromórficos, argilosos, bem drenados, de coloração tipicamente brunada. Os horizontes superficiais apresentam-se bastante espessos e endurecidos, com elevados teores de matéria orgânica (GUEDES, 2005).

A área experimental foi utilizada como pastagem até o ano de 1982, quando foi plantada em parte com *P. taeda*. Na outra parte foi mantido o campo com roçadas anuais e sem o uso de fogo. Este uso diferenciado do solo acarretou em diferenças na densidade dos mesmos na camada 10 a 20 cm de profundidade. Em amostragem realizada através do método de anel volumétrico, encontraram-se valores médios de 1,18 g/cm³ e 1,04 g/cm³ para a área de campo e a área reflorestada, respectivamente. Estes valores são estatisticamente diferentes, segundo o teste de Fischer-Behrens, com 95% de probabilidade.

Complementarmente, realizou-se análise química das duas situações edáficas distintas.

Comparando as duas situações (TABELA 2), e de acordo com o Manual de adubação e calagem para os estados de RS e SC (Comissão de Química e Fertilidade do Solo, 2004), conclui-se que o pH, a saturação da CTC por bases (CTC_{pH7,0}) e a quantidade de fósforo foram muito baixos; a quantidade de cálcio baixa; a quantidade de matéria orgânica (%M.O.) média; a saturação da CTC por alumínio (CTC_{efetiva}) e a capacidade de troca de cátions (CTC_{pH7,0}) altas; para as duas situações de solo.

TABELA 2 – ANÁLISE QUÍMICA DO SOLO DA ÁREA EXPERIMENTAL

Atributos	<i>P. taeda</i>	Campo
%Argila (m/V)	59	55
pH _{água} (1:1)	4,4	4,7
P (mg/dm ³)	2,7	2,5
K (mg/dm ³)	26	108
%M.O (m/V)	4,4	4,4
Al (cmolc/dm ³)	4,5	1,9
Ca (cmolc/dm ³)	1,1	1,6
Mg (cmolc/dm ³)	1,0	1,4
H+Al (cmolc/dm ³)	30,7	13,8
CTC (cmolc/dm ³)	32,7	17,0
Saturação Bases (%)	6,6	19,2
CTC (Al)	67,5	36,7

P-Fósforo; K-Potássio; M.O.-Matéria orgânica; Al-Alumínio; Ca-Cálcio; Mg-Magnésio; H-Hidrogênio; CTC-Capacidade de troca de cátions.

FONTE: O autor.

O que diferiu de forma mais pronunciada entre as duas condições é a quantidade de Magnésio, média para a área com pinus e alta para a área com campo, e a quantidade de Potássio, muito baixa para a área com pinus e alta para a área de campo.

Com relação aos teores de Al trocável, observou-se (TABELA 2) que a concentração em centimol de carga por centímetro cúbico (cmolc/dm³) foi bastante superior na área com *P. taeda* (4,5 cmolc/dm³) em comparação com a área de campo (1,9 cmolc/dm³).

Souza e Souza (1981) e Guedes (2005) também citam a tendência de maior concentração de alumínio trocável em solos sob plantios de pinus.

Tosin (1977) comenta que, além do alto nível de alumínio trocável, o que pode tornar o solo tóxico para algumas espécies, o solo sob plantios de pinus possui ainda níveis menores de matéria orgânica, cálcio, magnésio e potássio. Segundo o mesmo autor estas alterações são resultantes da serrapilheira pobre em sais minerais e bases depositadas pelo pinus, além do favorecimento do desenvolvimento de fungos, que implica num aumento da lixiviação.

4.1.3 Vegetação

Segundo IBGE (2004) a área de estudo está compreendida dentro do bioma Mata Atlântica. As tipologias vegetais características são Floresta Ombrófila Mista, e,

em menor escala, Savanas Estépicas (IBGE, 1993). Klein (1978) subdivide a Floresta de Araucárias em quatro grupos distintos, caracterizados por agrupamentos próprios onde as submatas são dominadas por espécies arbóreas diferentes. Assim, para a vegetação situada na região de estudo, o grupo denominado Floresta de Araucária na Bacia Pelotas-Canoas é caracterizado por agrupamentos ou manchas muitas vezes interrompidas pelos campos. Sua maior densidade ocorre ao longo dos rios, vales e encostas, enquanto que, nos terrenos ondulados, predominam os campos e os capões.

Na zona dos Campos de Lages, predominam as canelas como formadoras da submata, destacando-se pela sua importância, abundância e frequência, a canela lageana (*Ocotea pulchella*). Além desta árvore, outras lauráceas possuem valores expressivos em densidade (KLEIN, 1978).

4.2 INSTALAÇÃO DO EXPERIMENTO

Realizou-se um desbaste seletivo, ou corte de cobertura, com o intuito de formar duas diferentes intensidades de cobertura, 20 (T20) e 50 (T50) árvores remanescentes por hectare. Houve também um terceiro tratamento denominado “Bordadura” (TB), com uma “cortina” de árvores no perímetro do talhão. Por último a testemunha (TCA), onde as mudas de *E. dunnii* foram plantadas a céu aberto, em solo de campo.

A caracterização da intensidade de cobertura com o número de árvores, a área basal (m^2/ha) e a área das copas é mostrado na Tabela 3.

TABELA 3 – INTENSIDADES DE COBERTURA REPRESENTADAS PELO NÚMERO DE ÁRVORES ($\text{n}^\circ/\text{hectare}$), ÁREA BASAL (m^2/ha) E ÁREA DE COPA (m^2/ha) PARA OS TRATAMENTOS COM 20 (T20) E 50 (T50) ÁRVORES POR HECTARE

Tratamentos	Árvores ($\text{n}^\circ/\text{hectare}$)	Área Basal (m^2/ha)	Área _{copa} (m^2/ha)
T20	20,8	2,7	517,7
	24,1	6,1	737,2
Média_{T20}	22,4	4,4	624,4
T50	53,9	7,4	2.384,9
	58,6	7,6	1.923,3
Média_{T50}	56,3	7,5	2.154,1

FONTE: O autor.

Na Tabela 3 são representados os valores por hectare de cada parcela e as médias por tratamento.

A média dos tratamentos representa, em termos gerais, as condições avaliadas neste trabalho. No entanto, para algumas variáveis, verifica-se grande variação entre as parcelas, como é o caso da área basal e área de copa no tratamento T20.

Os tratamentos TB e TCA não são apresentados na Tabela 3 por não possuírem cobertura.

Após o corte de cobertura, realizou-se o preparo do solo, removendo os resíduos da colheita para fora da área amostral.

Toda a área foi subsolada a mais ou menos 35 cm de profundidade. Utilizou-se implemento desenvolvido especialmente para esse uso, no qual havia disco frontal, com a finalidade de cortar as raízes presentes no solo, subsolador e enxada rotativa, responsável pelo destorroamento do solo.

O plantio das mudas de *E. dunnii* ocorreu em outubro de 2005 com adubação de 50 g/planta de superfosfato triplo (00-42-00). Passados 90 dias do plantio realizou-se adubação de cobertura com mais 35 g/planta do mesmo adubo.

O experimento teve a duração de 17 meses, com início em novembro de 2005 e término em abril de 2007. Neste período, foram realizadas duas roçadas manuais.

A área ocupada por tratamento foi de 1,43; 2,64; 0,83 e 1,04 hectares, para 20 arv/ha (T20), 50 arv/ha (T50), Bordadura (TB) e Céu Aberto (TCA), respectivamente. Totalizando 5,73 ha. de área experimental. O perímetro do tratamento Bordadura (TB) foi de 348 m e a distância entre as bordas de 66 m.

As Figuras 5 e 6 mostram as quatro diferentes intensidades de cobertura estudadas neste trabalho.

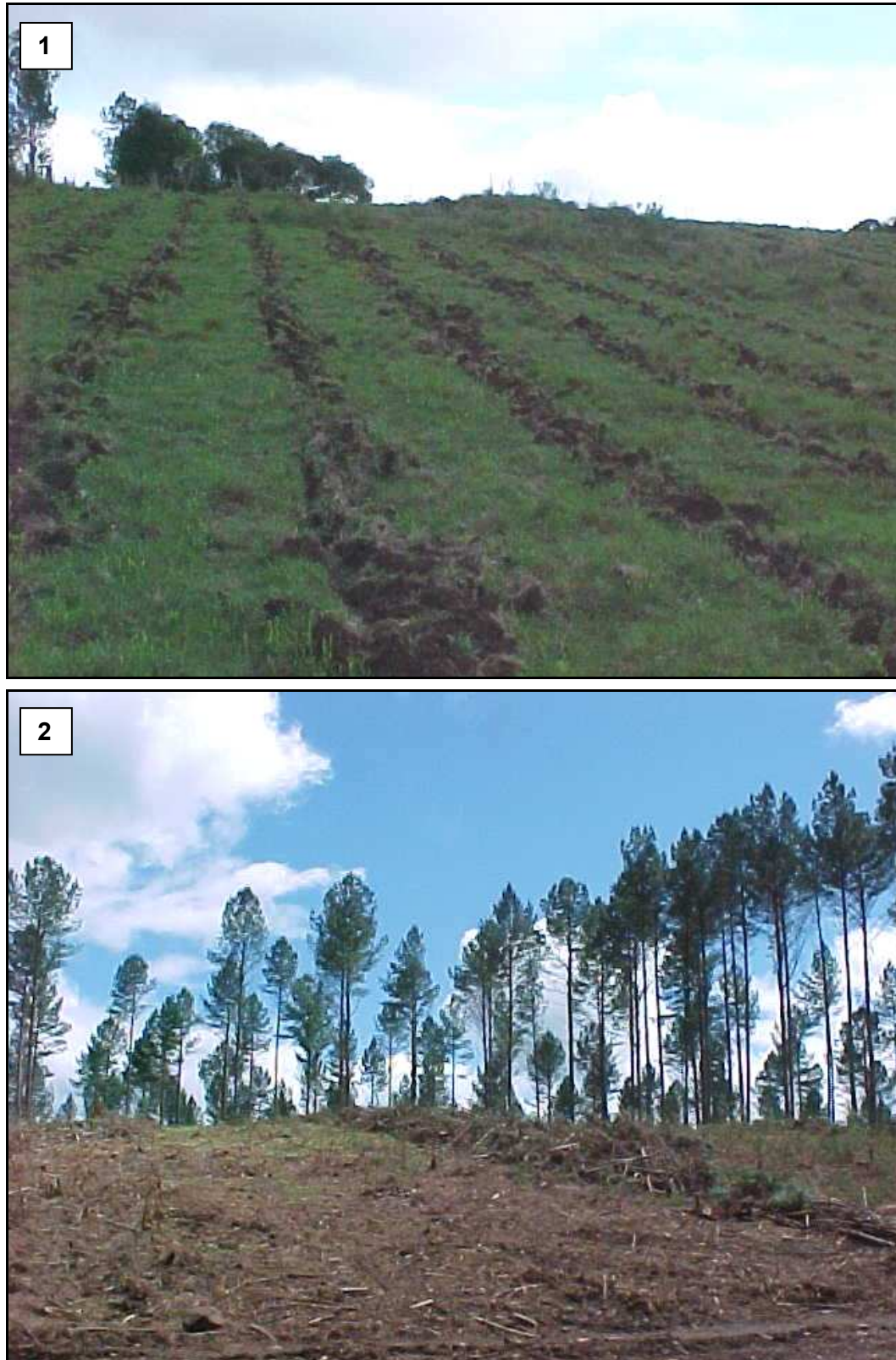


FIGURA 5 – TRATAMENTOS CÉU ABERTO - TCA (1) E BORDADURA - TB (2)

FONTE: O autor.

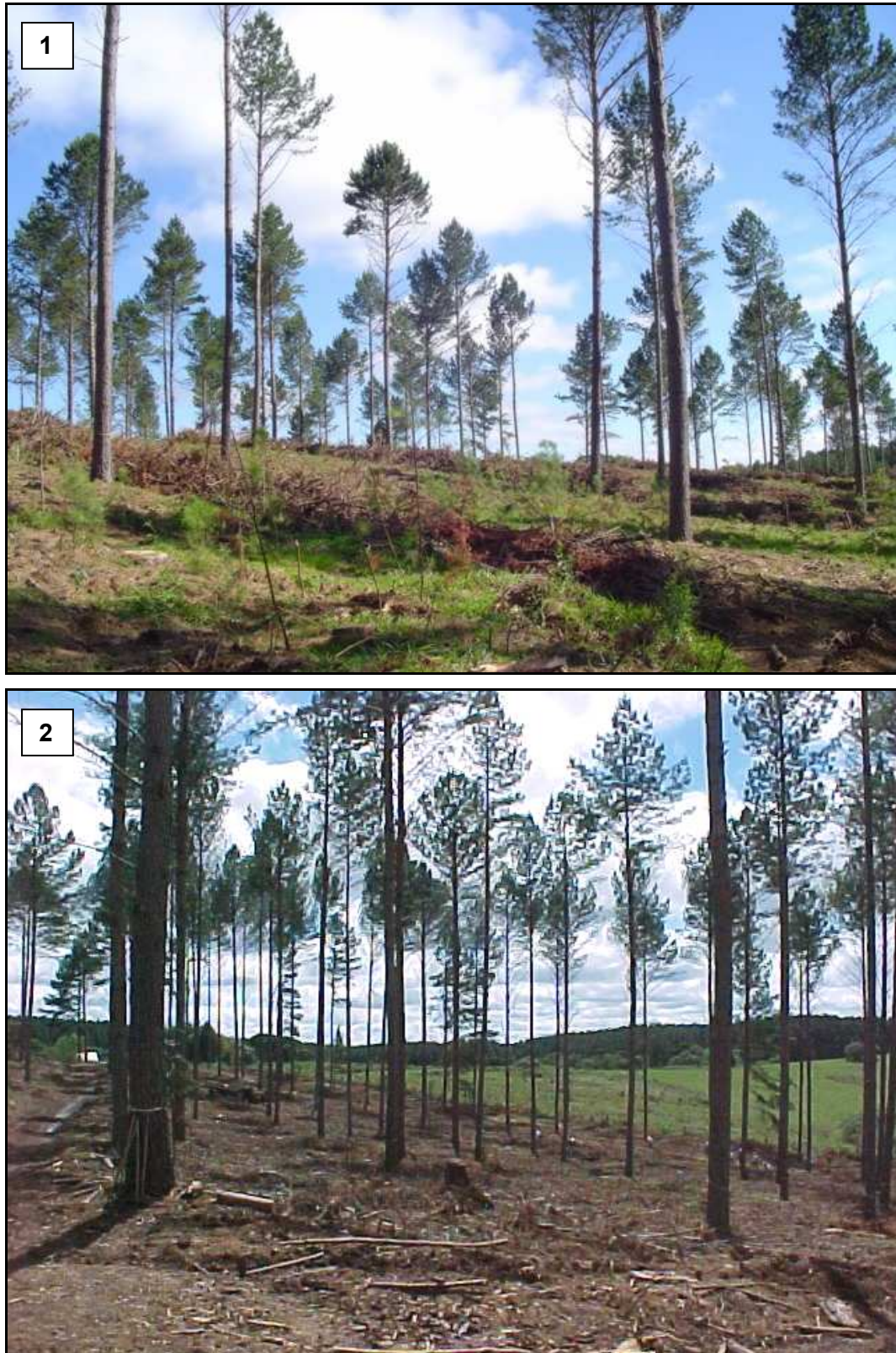


FIGURA 6 – TRATAMENTOS COM 20 ÁRVORES POR HECTARE - T20 (1) E 50 ÁRVORES POR HECTARE - T50 (2)

FONTE: O autor.

Com o uso de um luxímetro caracterizou-se ainda a cobertura arbórea remanescente com relação à quantidade de luz que alcançava o solo nas diferentes intensidades de cobertura, em dois transectos perpendiculares dentro das parcelas (GRÁFICO 1).

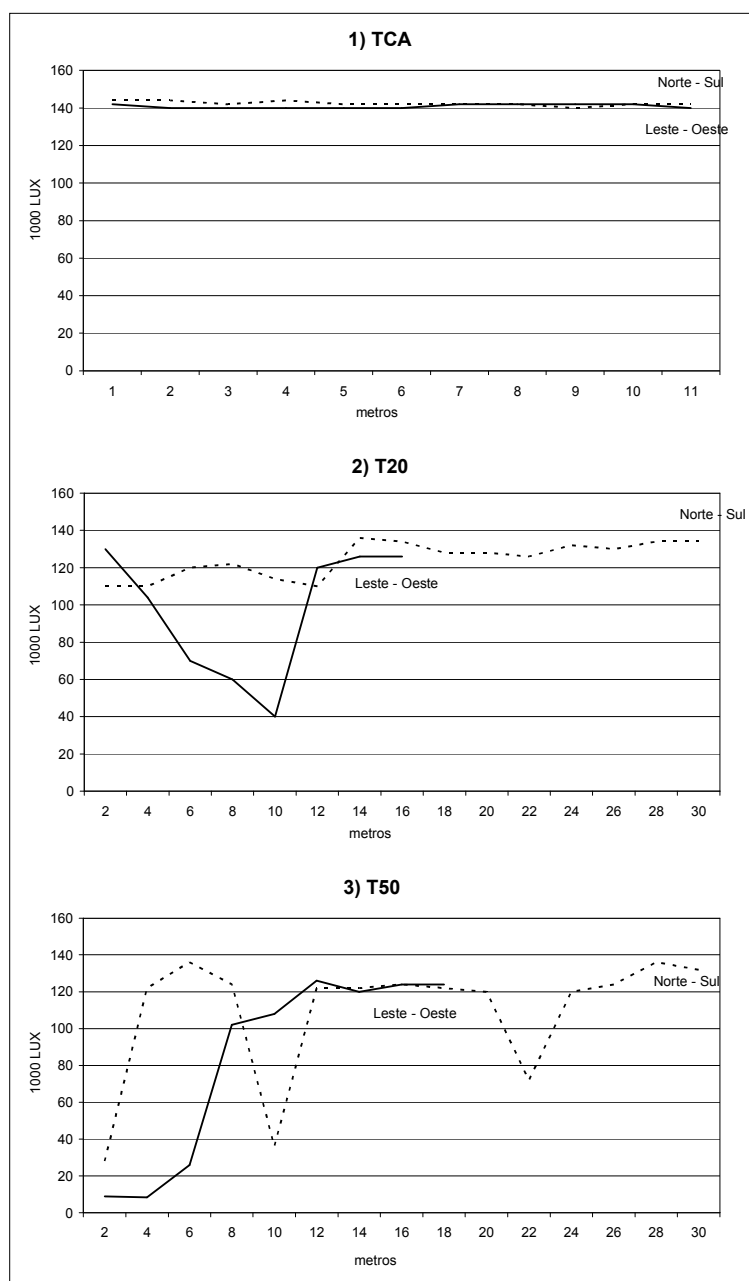


GRÁFICO 1 – INTENSIDADE LUMINOSA QUE ALCANÇA O SOLO EM DOIS TRANSECTOS PERPENDICULARES, NORTE-SUL (LINHA PONTILHADA) E LESTE-OESTE (LINHA CHEIA), AO MEIO DIA. (1) TCA, (2) T20 E (3) T50

FONTE: O autor.

A intensidade luminosa média que chegou ao solo para os tratamentos TCA (1), T20 (2) e T50 (3) foi de, 141.000, 115.000 e 99.000 LUX, respectivamente.

Deve-se ressaltar que, embora existam alguns locais com grande diferença na intensidade luminosa que alcançava o solo nas diferentes intensidades de cobertura, essa sombra foi pontual e móvel durante o dia, não permanecendo sobre uma única planta.

4.3. COLETA DE DADOS

4.3.1 Povoamento de *P. taeda*

No povoamento de *P. taeda*, com 23 anos de idade, realizou-se um inventário florestal, com cinco parcelas circulares de 400 m², das quais todos os DAP's, a altura das quatro árvores mais grossas e algumas outras alturas foram medidas. Para a classificação da área experimental em termos de índice de sítio, tomou-se como referência um intervalo de confiança de 95% de probabilidade.

4.3.2 Cobertura de *P. taeda*

Com as diferentes coberturas já instaladas, foram medidos DAP, altura e diâmetro de copa das árvores da cobertura, este último com o auxílio de balizas topográficas. Determinaram-se assim as distâncias entre os extremos da copa e o centro da árvore, ou seja, quatro raios de projeção da copa, nas direções norte, sul, leste e oeste. Como os raios diferiam muito entre si numa mesma árvore, optou-se por não utilizar uma média simples dos raios para o cálculo da área da copa, e sim de tomá-los dois a dois, calculando a quarta parte da área do círculo de projeção da copa (Fórmula 1):

$$Área da copa = \left\{ \left(\frac{R_1 \times R_2 \times \pi}{4} \right) + \left(\frac{R_2 \times R_3 \times \pi}{4} \right) + \left(\frac{R_3 \times R_4 \times \pi}{4} \right) + \left(\frac{R_4 \times R_1 \times \pi}{4} \right) \right\} \quad (1)$$

onde:

R₁ – raio no sentido norte

R_2 – raio no sentido leste

R_3 – raio no sentido sul

R_4 – raio no sentido oeste

4.3.3 Temperaturas

Termômetros de máxima e mínima foram instalados no centro das parcelas amostrais, a 1,5 m acima do solo e ao abrigo do sol, nos tratamentos TCA, T20 e T50 (FIGURA 7).

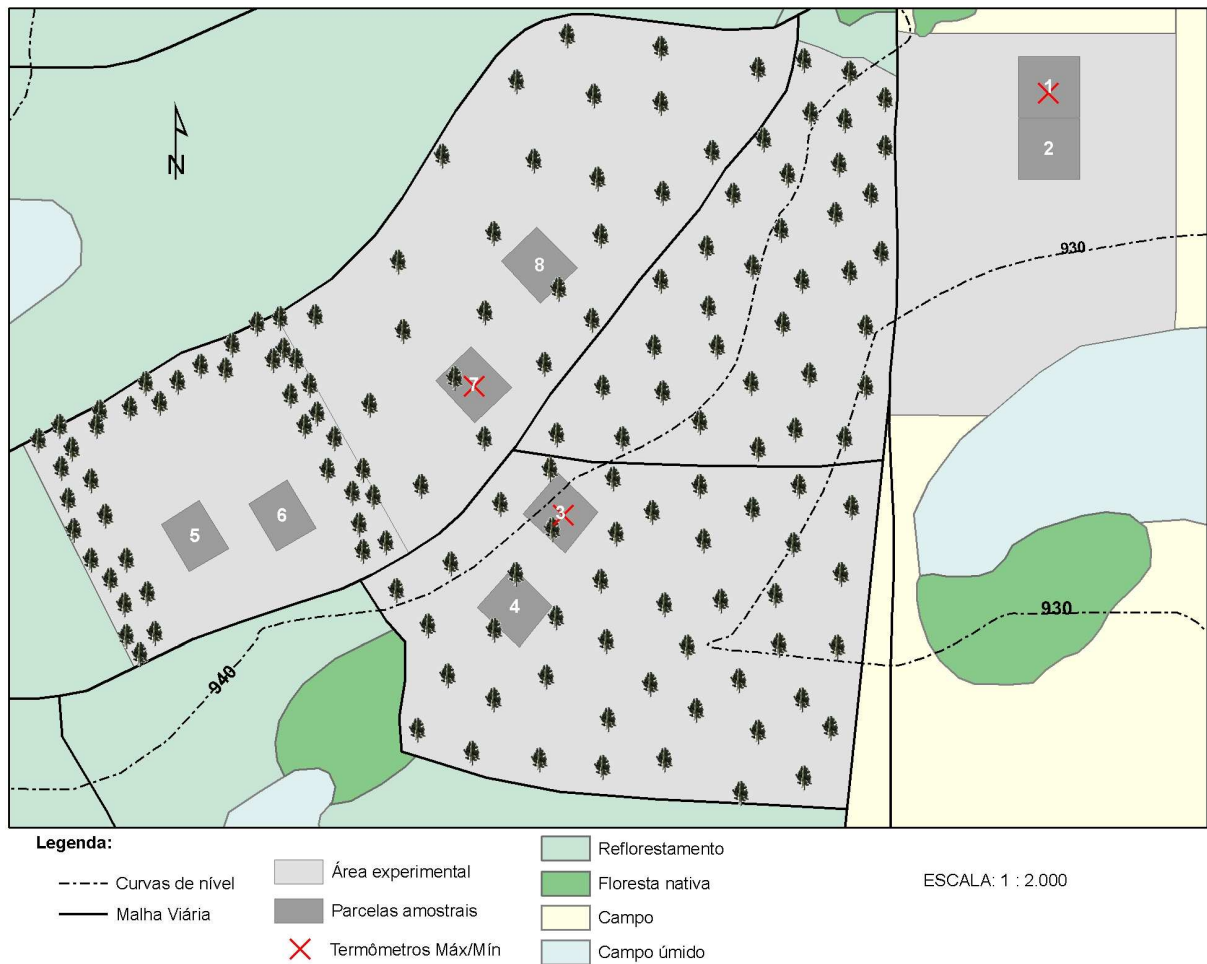


FIGURA 7 – CROQUI DA ÁREA EXPERIMENTAL, PARCELAS AMOSTRAIS E LOCALIZAÇÃO DOS TERMÔMETROS DE MÁXIMA E MÍNIMA

FONTE: O autor.

Para proteger os termômetros dos raios diretos do sol foram utilizados abrigos construídos em madeira (FIGURA 8). Toda manhã após uma noite com temperatura próxima a 10 °C foram coletados dados dos termômetros.

Manteve-se uma distância semelhante entre os termômetros e as árvores da cobertura, para os tratamentos T20 e T50.

A temperatura mínima do ar observada no abrigo meteorológico a 1,5 m de altura, é uma importante informação no estudo dos efeitos de geadas. A Figura 8 mostra um dos três abrigos construídos para este experimento.



FIGURA 8 – ABRIGO PARA OS TERMÔMETROS DE MÁXIMA E MÍNIMA.

FONTE: O autor.

4.3.4 Plantas de *E. dunnii*

Os danos causados pelas geadas foram avaliados na forma de notas, utilizando seis níveis de dano, como recomendado por Lisboa Jr. (1986).

No presente estudo, realizou-se uma listagem dos danos encontrados no TCA, antes da definição das classes. Esta listagem ajudou na identificação dos

diferentes níveis de danos. Desta forma definiram-se classes de dano de 1 (sem dano) até 6 (morte de toda a parte aérea), mostradas na Tabela 4.

Logo após o plantio do *E. dunnii*, a altura de todas as plantas foram medidas com uma régua graduada. A medição foi repetida aos 6, 14 e 17 meses de idade, após o primeiro período vegetativo, após o primeiro inverno e após o segundo período vegetativo, respectivamente.

Na terceira medição, já sem a cobertura de pinus, foram incluídas as variáveis DAP e diâmetro do colo, medidos com fita diamétrica e suta, respectivamente.

TABELA 4 – CLASSES UTILIZADAS PARA A AVALIAÇÃO DE DANOS APÓS A OCORRÊNCIA DE GEADAS

Classe de dano	Observações
1	Sem dano
2	Mudança de coloração das folhas
3	Definhamento da gema apical
4	Morte da gema apical
5	Morte da gema apical e rachaduras no caule
6	Morte da parte aérea

FONTE: O autor.

A resiliência foi avaliada utilizando os dados de crescimento em altura, após a ocorrência das geadas.

4.3.5 Remoção da cobertura

A cobertura foi retirada após o primeiro inverno, quando as plantas de *E. dunnii* apresentavam um ano de idade e altura superior a dois metros. Esta retirada foi realizada de forma criteriosa, direcionando as copas das árvores de *P. taeda* para os ramais de colheita. Para isso utilizaram-se cunhas e técnicas de corte direcional.

Após a colheita de todas as árvores da cobertura, contou-se o número de plantas de *E. dunnii* afetadas. Num primeiro momento procurou-se separar as plantas danificadas com a derrubada e pelo arraste das árvores. Como o número de árvores danificadas foi muito baixo, as causas de dano foram agrupadas.

4.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA

As avaliações foram realizadas em duas parcelas amostrais por tratamento, cada uma com aproximadamente 80 plantas e 400 m², tomadas ao acaso dentro dos diferentes tratamentos, de forma a representar fielmente a população na qual estava inserida.

A comparação das médias foi realizada através do teste ou Problema de Fischer-Behrens (SACHS, 1973). Neste caso, para dois valores médios cujas variâncias populacionais são heterogêneas ($\sigma^2_1 \neq \sigma^2_2$), testa-se a hipótese alternativa, ou seja, se as médias são diferentes ($\mu_1 \neq \mu_2$), com a seguinte fórmula (Fórmula 2):

$$t' = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}} \quad (2)$$

onde:

t' = valor t calculado

x_1 = média da amostra 1

x_2 = média da amostra 2

S_1^2 = variância da amostra 1

S_2^2 = variância da amostra 2

n_1 = número de observações da amostra 1

n_2 = número de observações da amostra 2

Os valores em porcentagem foram transformados em $\text{arc.sen } \sqrt{\%}$ para efeito de análise estatística.

Segundo Borges e Ferreira (1999), o valor t' não segue a distribuição de t de Student. Uma aproximação, proposta por Satterthwaite¹⁶ (1946) *apud* Borges e Ferreira (1999), refere-se ao cálculo do número de graus de liberdade para t' , de tal forma que a distribuição de t possa ser usada. Os graus de liberdade são calculados, usando a fórmula 3.

¹⁶ SATTERTHWAIT, F.E. An approximate distribution of estimates of variance components. **Biometric Bulletin**, London, v.2, p.110-114, 1946.

$$v = \frac{\left(\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2} \right)^2}{\frac{\left(\frac{S_1^2}{n_1} \right)^2}{n_1 - 1} + \frac{\left(\frac{S_2^2}{n_2} \right)^2}{n_2 - 1}} \quad (3)$$

onde:

v = graus de liberdade

S_1^2 = variância da amostra 1

S_2^2 = variância da amostra 2

n_1 = número de observações da amostra 1

n_2 = número de observações da amostra 2

Na consulta à tabela de t de Student, os graus de liberdade (v) devem ser arredondados para o inteiro mais próximo.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 TEMPERATURAS SOB AS DIFERENTES COBERTURAS

As temperaturas coletadas em termômetros de máxima e mínima durante o experimento podem ser visualizadas na Tabela 5.

TABELA 5 – TEMPERATURAS MÍNIMAS (T_{\min} °C) E MÁXIMAS (T_{\max} °C) OBSERVADAS A 1,5 M DE ALTURA, PARA AS DIFERENTES INTENSIDADES DE COBERTURA NO ANO DE 2006

Data	TCA		T20		T50	
	T_{\min} °C	T_{\max} °C	T_{\min} °C	T_{\max} °C	T_{\min} °C	T_{\max} °C
27/05	8	28	8	28	8	27
08/06	1	27	2	25	1	26
21/06	13	27	12	23	10	25
04/07	0	24	0	23	0	22
11/07	4	27	5	26	5	27
01/08	-4	28	-2	25	-2	27
19/08	2	31	3	29	3	31
21/08	-2	18	0	16	-1	17
22/08	-4	11	-3	9	-3	10
23/08	-2	21	0	19	-1	19
24/08	2	25	4	22	4	21
30/08	3	17	4	15	4	11
04/09	-2	23	-1	21	-1	21
05/09	-5	11	-3	9	-4	10
06/09	-3	19	-2	12	-2	17
08/09	6	16	3	16	4	17
16/09	10	34	10	31	10	32
14/11	3	33	4	32	3	34

FONTE: O autor.

Analisando a Tabela 5, constata-se que a presença de cobertura torna as temperaturas mínimas mais quentes e as máximas mais frias.

Resultados semelhantes foram relatados por Angestam *et al.* (2003), que observaram a tendência de temperaturas mais baixas e maior ocorrência de geadas em locais desprovidos de árvores.

Horiuchi e Sakai (1978) também observaram temperaturas mínimas moderadas durante a noite e diminuição da temperatura durante o dia em um plantio (no Japão) de *Cryptomeria japonica* sob a cobertura de um povoamento de pinus com 18 anos.

Segundo Paludzyszyn Filho e Santos (2005), temperaturas próximas ou abaixo de 0 °C, medidas em abrigo termométrico, ocasionam danos em eucaliptos que vão desde a perda de área foliar até a morte das plantas.

Para Camargo *et al.* (1993), temperaturas abaixo de 3 °C, medidas nos abrigos, já ocasionam danos às plantas. Estudos relatam que a diferença entre a temperatura medida no abrigo termométrico (1,5 m) e a medida na relva varia de 3,3 °C (SILVA; SENTELHAS, 2001) a 7 °C (GRODZKI *et al.*, 1996).

Segundo Grodzki *et al.* (1996), as maiores diferenças são encontradas nas noites de perfeita estabilidade atmosférica. Conforme já relatados neste trabalho, além do vento, o grau de nebulosidade e a densidade do ar frio estão relacionados com a inversão térmica (MASSIGNAM; DITTRICH, 1998).

Considerando as diferenças entre a temperatura da relva e do abrigo termométrico citada na literatura, a temperatura mínima absoluta durante o experimento pode ter atingido temperaturas bem inferiores às observadas.

Observa-se na Tabela 5 que muitas noites com temperaturas mínimas inferiores a -1 °C baixas foram seguidas por dias com temperaturas máximas elevadas. Alguns autores citam esta tendência, relatando que noites com temperaturas muito baixas, com ocorrência de geadas, freqüentemente são seguidas por dias ensolarados, com temperaturas muito altas (QUERALTO, 1971; MASSIGNAM; DITTRICH, 1998). Segundo os mesmos autores, esse fato está associado com noites de céu limpo, nas quais a perda de calor da superfície terrestre é maior.

A variação de 20 °C em um período de 12 horas é relatado como um caso extremo (FAO, 1979). Variações desta magnitude foram observadas em 13 dias para o TCA e 9 para os tratamentos T20 e T50 (Tabela 5). Estes fatos foram responsáveis, provavelmente, pelos danos observados.

O Gráfico 2 mostra as temperaturas máximas médias e mínimas médias e suas amplitudes de variação.

Ao analisar os extremos superiores e inferiores das temperaturas máximas médias e mínimas médias (GRÁFICO 2), verifica-se que a presença de árvores diminui a amplitude de variação térmica. Larcher (1975), também cita a maior estabilidade térmica sob cobertura.

O tratamento T20 foi mais eficiente que o T50 no que se refere à diminuição da amplitude de variação térmica, elevando a temperatura mínima e reduzindo a máxima (GRÁFICO 2). Esse fato se deve, provavelmente, à diferença da situação na

paisagem. O tratamento com menos árvores estava alguns metros acima na encosta, ambos em face sul.

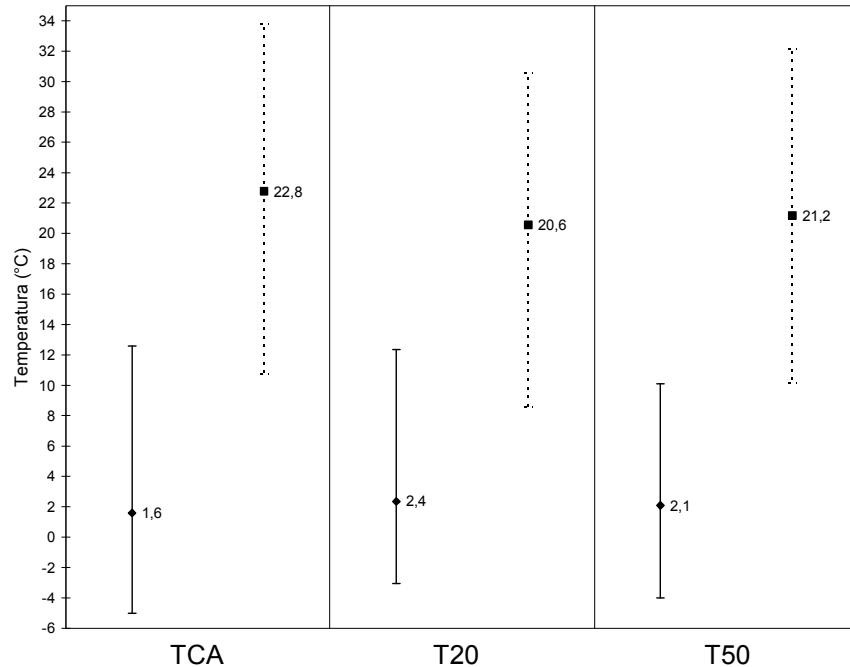


GRÁFICO 2 - TEMPERATURAS MÍNIMAS MÉDIAS (LINHA CHEIA) E MÁXIMAS MÉDIAS (LINHAS PONTILHADAS) OBSERVADAS NOS TRATAMENTOS TCA, T20 E T50, E SUAS RESPECTIVAS AMPLITUDES DE VARIAÇÃO

FONTE: O autor.

No momento da medição das temperaturas, a altura de 1,5 m do abrigo termométrico correspondia à altura das plantas de *E. dunnii*. Os meristemas apicais estavam, portanto, expostos às temperaturas mostradas no Gráfico 2.

O fato da temperatura mínima absoluta dos tratamentos T20 e T50 ser 2 e 1 °C superior à medida no tratamento TCA, implica em maior proteção, mesmo que aparentemente pequena.

A proteção à perda de calor por radiação da superfície da Terra, em função da presença de cobertura arbórea, observada no Gráfico 2, é relatada por vários autores já mencionados neste trabalho. Esta constatação teve efeitos nos resultados demonstrados a seguir.

5.2 PROTEÇÃO CONTRA GEADAS

Verificou-se anteriormente que a amplitude de variação da temperatura foi de fato menor em condições sob cobertura. Observou-se, porém, diversas classes de danos em todas as intensidades de cobertura testadas, com ênfase para a testemunha, TCA. A Figura 9 mostra os diferentes tipos de danos observados.

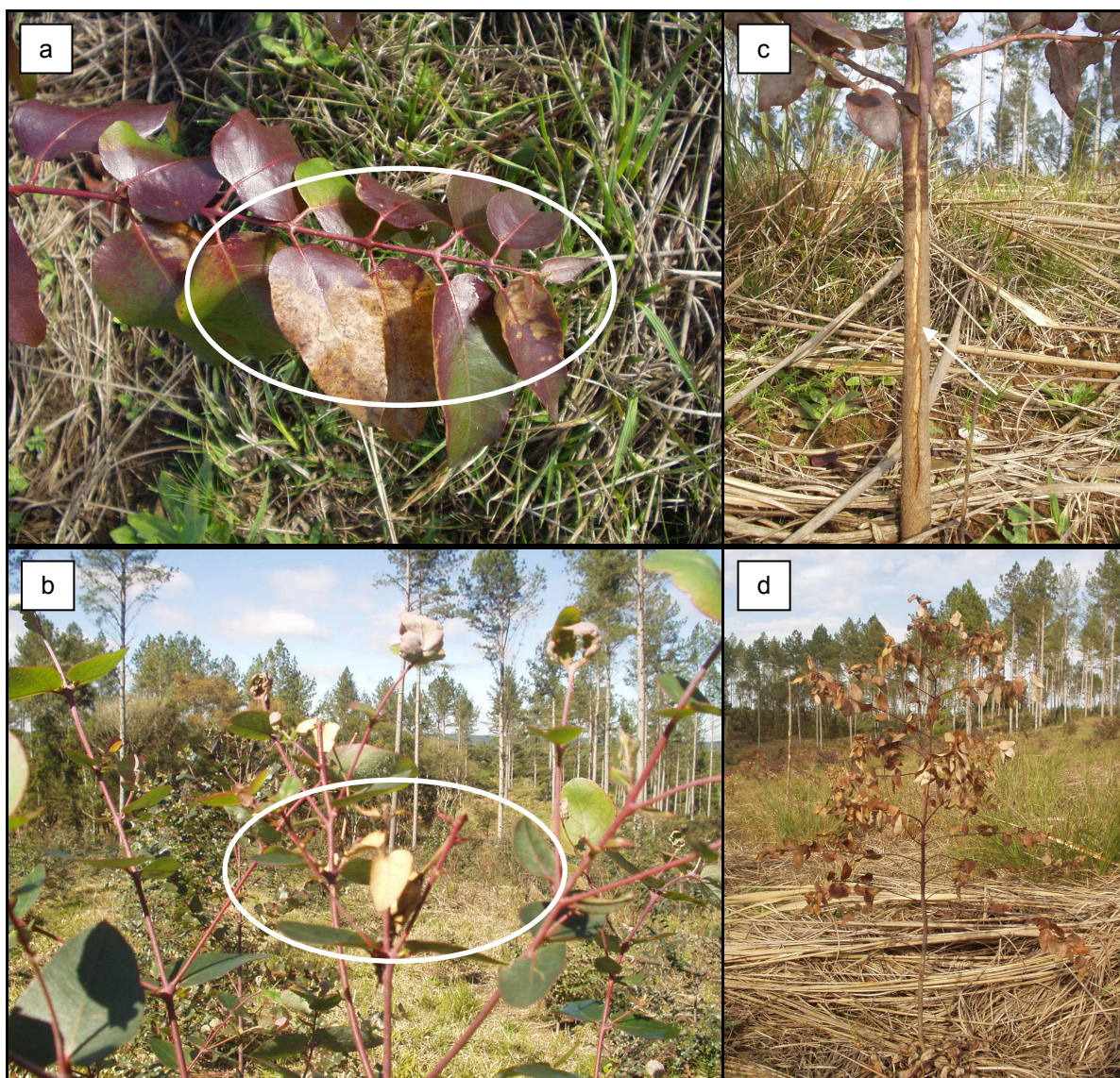


FIGURA 9 – DANOS CAUSADOS POR GEADA EM PLANTAS DE *Eucalyptus dunnii*. MUDANÇA DE COLORAÇÃO DAS FOLHAS (a); DEFINHAMENTO DA GEMA APICAL (b); RACHADURAS NO CAULE (c); MORTE DA PARTE AÉREA (d)

FONTE: O autor.

Todas as plantas apresentaram dano.

As classes de danos “2” e “3” não se apresentaram cumulativos com as classes anteriores. O definhamento do meristema apical (classe 3) ocorreu independentemente da mudança de coloração das folhas (classe 2). Já plantas com classe de dano “4”, apresentaram além da morte da gema apical, mudança de coloração das folhas e meristemas laterais afetados.

Foram realizadas duas avaliações nas quais os danos observados foram resultantes, principalmente, de dois períodos de geadas intensas, ocorridos nos dias 21, 22 e 23 de agosto, quando a temperatura mínima observada foi de -4 °C e, nos dias 04, 05 e 06 de setembro, com temperatura mínima de -5 °C, medidas no abrigo termométrico.

Observou-se que 70% do total das plantas sofreram danos intensos (classe de dano igual ou superior a “4”), comprometendo o meristema apical. Segundo Sakai e Larcher (1987), Ferreira (1989), Koslowski *et al.* (1991), Balmelli (1993) e Higa *et al.* (1997), os danos ao meristema apical são problemáticos por bifurcar ou ramificar o eixo principal de crescimento da árvore.

Foi observado, porém, que muitas plantas enquadradas em classe de dano igual ou superior a “4”, principalmente as com maior vigor, apresentaram retomada de crescimento em um único eixo principal, o que demonstra a capacidade de recuperação das árvores após sua exposição às geadas, conforme já relatado por Higa (1998).

Constatou-se que 27% das plantas apresentaram rachaduras no caule. Eliminando as plantas enquadradas na classe “6”, as quais tiveram a morte de toda a parte aérea, restam 19% das plantas. Embora Sakai e Larcher (1987), Ferreira (1989) e Koslowski *et al.* (1991), relatam que rachaduras no caule permitem a entrada de patógenos, este fato não foi observado no presente trabalho.

Ainda com relação às rachaduras no caule, de acordo com Ferraz e Coutinho (1984), plantas com este tipo de dano apresentam lenho apodrecido ou, segundo Higa (1998), madeira morta inclusa, o que inviabiliza sua utilização como madeira sólida, pelo menos em parte do seu tronco.

Verificou-se ainda que 40% das plantas classificadas na classe de dano “5” morreram. Para a classe de dano “6”, o valor aumentou para 91%, o que demonstra

o estado danificado das plantas dessa classe, confirmando a conclusão obtida por Higa (1997), que a geada é fator limitante ao cultivo de *E. dunnii*.

Complementarmente aos dados de temperatura da Tabela 5, verifica-se no Gráfico 3 a variação diária das temperaturas máxima e mínima durante o período do experimento, na estação meteorológica mais próxima, localizada na cidade de Lages, SC.

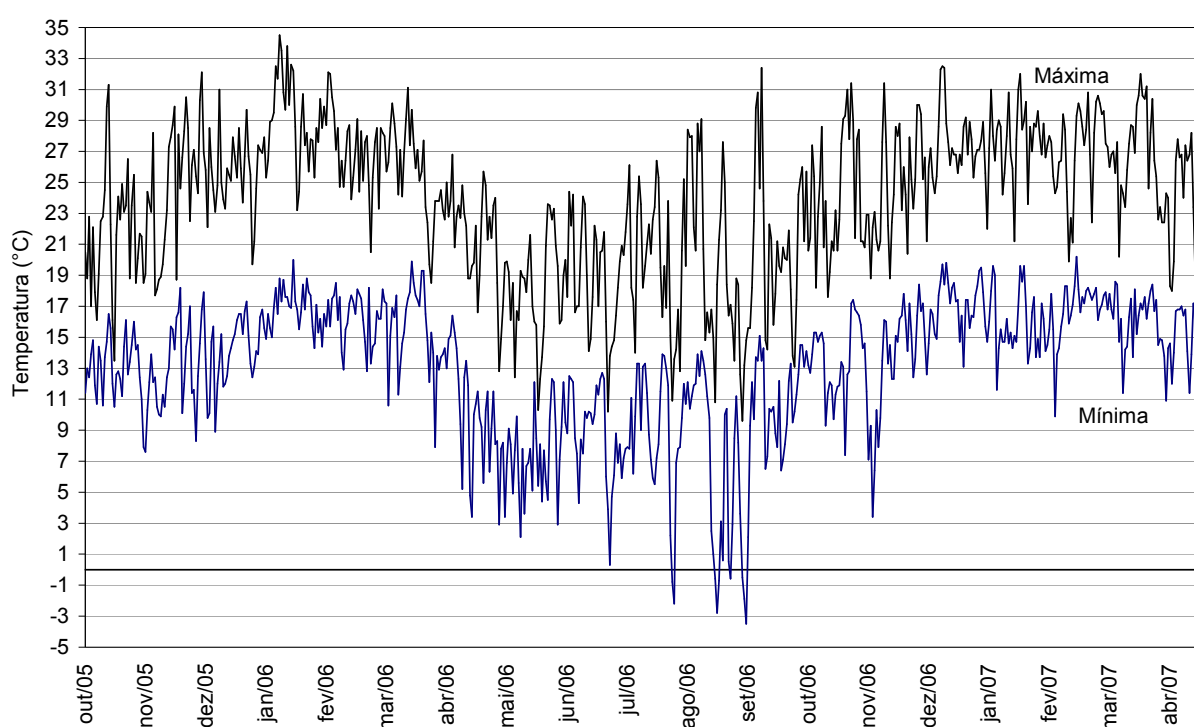


GRÁFICO 3 – FLUTUAÇÃO DAS TEMPERATURAS MÁXIMA E MÍNIMA DURANTE O EXPERIMENTO.

FONTE: EPAGRI/CIRAM. Estação meteorológica de Lages, SC.

Observa-se (GRÁFICO 3) que no inverno do ano de 2006, apesar de apresentar temperaturas visualmente mais baixas a partir de abril, o período no qual se constatou temperaturas realmente baixas foi no final do mês de agosto e início de setembro. As geadas ocorridas neste período, portanto, podem ser classificadas como tardias.

Segundo Larcher (1975) e FAO (1979), a ocorrência de geadas esporádicas, de outono ou primavera são mais prejudiciais por atingirem as plantas pouco

rustificadas. Bowers (1994) reforça esta afirmação, relatando que, na primavera, a planta volta a crescer normalmente e fica mais vulnerável aos efeitos das geadas.

A amplitude da variação térmica (GRÁFICO 3) foi claramente muito grande, principalmente no período mais frio, onde as temperaturas mais altas foram semelhantes às observadas no verão. Esta grande variação da temperatura pode ter intensificado os danos às plantas de *E. dunnii*, pois, segundo Paton (1982), a perda de resistência ao frio para algumas espécies do gênero *Eucalyptus* ocorre com a exposição da planta a apenas 2-3 dias mais quentes.

Foram observadas 12 geadas durante os meses de maio a novembro, no local do experimento. Ao relacionar os dias de ocorrência de geada (Tabela 5) com o Gráfico 3, verifica-se que uma temperatura abaixo de 4,5 °C na estação meteorológica de Lages foi suficiente para se observar uma geada na área experimental.

No entanto, isto não significa que em todos os dias com temperatura abaixo de 4,5 °C foram observadas geadas. Isto porque, de acordo com Massignam e Ditrich (1998), outros fatores físicos do meio, tais como grau de nebulosidade e velocidade do vento, podem influenciar na ocorrência deste fenômeno. Deve-se ressaltar ainda que a área experimental estava a 60 km de distância da estação meteorológica de Lages.

A frequência relativa de plantas por classe de dano e por tratamento pode ser observada no Gráfico 4.

Observa-se no Gráfico 4 que nenhum tratamento apresentou plantas sem dano (Classe 1). Da mesma forma, Higa *et al.* (2000) não encontraram plantas de *E. dunnii* sem dano, após uma geada em Campo do Tenente.

Tomando como referência a linha da frequência média para todos os tratamentos, verifica-se maior intensidade dos danos no tratamento TCA. À medida que se aumenta a intensidade de cobertura, diminui-se a intensidade dos danos observados.

A variação da intensidade de dano dentro de um mesmo tratamento pode ser explicada pela maior resistência às geadas de algumas plantas (HIGA, 1998). A mesma autora observou ainda que a resistência às geadas possui valores altos para o coeficiente de herdabilidade, tanto em nível de família como em nível de indivíduo, o que mostra o potencial de melhoramento genético para esta característica.

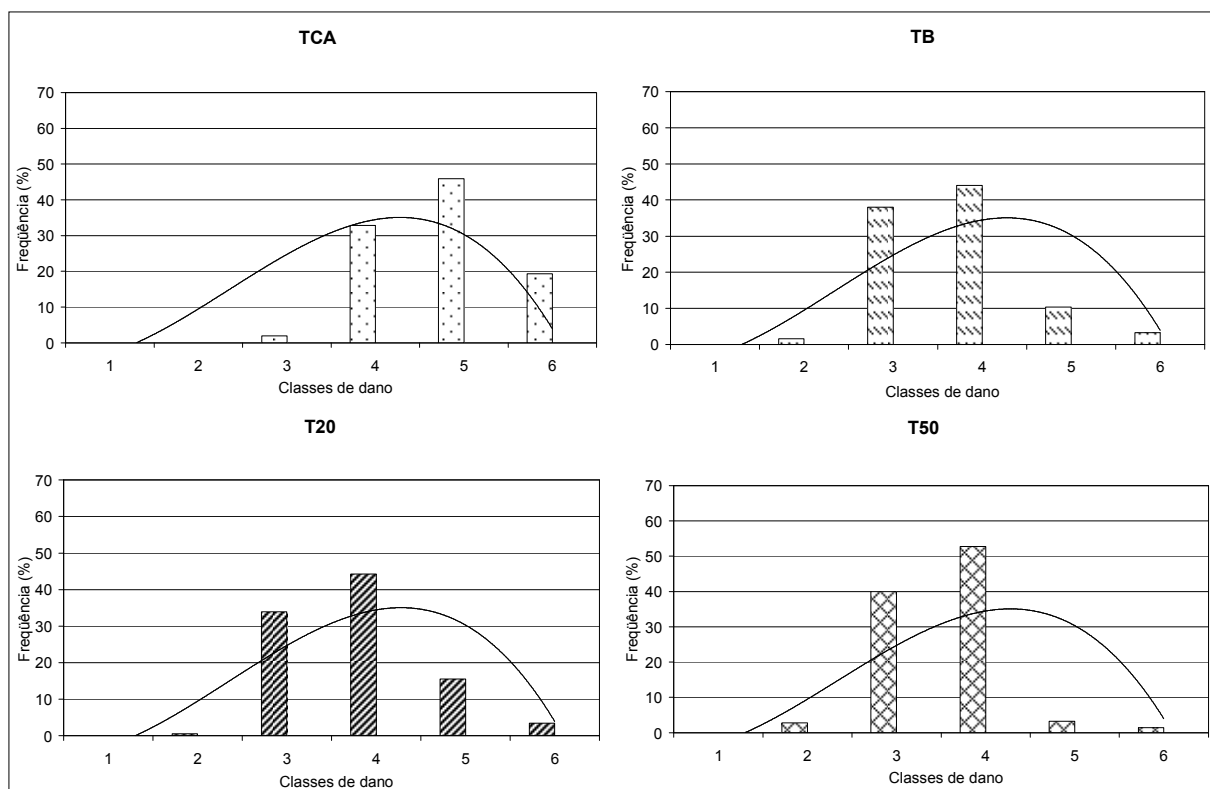


GRÁFICO 4 – FREQUÊNCIAS RELATIVAS DE PLANTAS POR CLASSE DE DANO E POR TRATAMENTO E LINHA DA FREQUÊNCIA MÉDIA PARA TODOS OS TRATAMENTOS

FONTE: O autor.

O Gráfico 5 mostra a intensidade de dano médio para as quatro situações estudadas. Quanto maior o valor, mais intensos foram os danos.

Com base no Gráfico 5, conclui-se que a cobertura de pinus sobre as plantas de *E. dunnii* acarretou benefícios para as mesmas, no que se refere à proteção contra geadas. O tratamento T50 foi o que mais protegeu as plantas. Os tratamentos TB e T20 não se diferenciaram entre si, foram inferiores ao T50 e superiores ao TCA, a um nível de 95% de probabilidade.

Diversos autores relatam uma diferença no microclima em áreas com e sem árvores (LARCHER, 1975; BURSCHEL; HUSS, 1997; CARAMORI *et al.*, 1999; LANGVALL; LÖFVENIUS, 2002), relacionando vários aspectos físicos que acarretam tal diferenciação. Para este trabalho o fundamental é a menor perda de calor para a atmosfera, do solo e da superfície dos corpos sob cobertura, pelo processo de radiação, já evidenciados na Tabela 5 e no Gráfico 2. Ao diminuir a perda de calor, portanto, o tratamento com maior número de árvores por hectare (T50) conseguiu proteger mais eficientemente as plantas de *E. dunnii*.

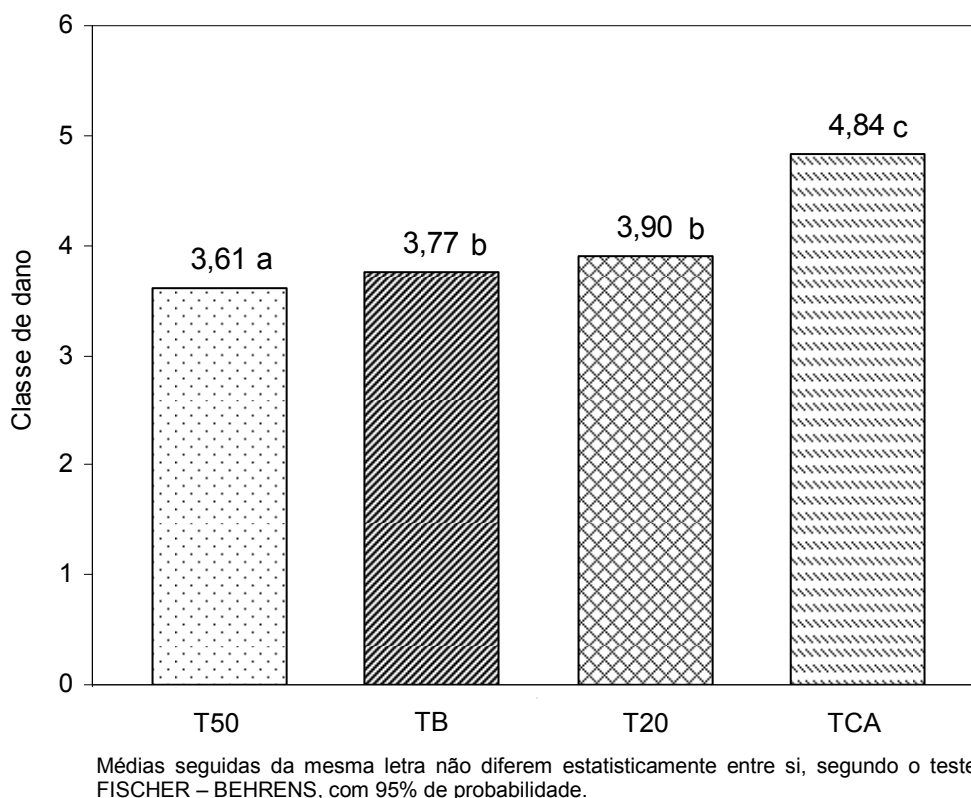


GRÁFICO 5 – DANOS DECORRENTES DE GEADAS. VALORES MÉDIOS POR TRATAMENTO

FONTE: O autor.

Em climas mais severos, como o temperado, a manutenção de cobertura com o objetivo de proteger as plantas jovens é amplamente utilizado. Por exemplo, Angestam *et al.* (2003), estudando a regeneração natural de *Fagus sylvatica* na Suécia, também observaram maior mortalidade em plantios a céu aberto, comparado com outros sob cobertura.

A intensidade média de dano decorrente de geadas, sua amplitude e coeficiente de variação em torno da média são apresentados na Tabela 6.

Observa-se novamente (TABELA 6) a maior eficiência do tratamento T50, em termos de proteção aos danos da geada. Os coeficientes de variação em porcentagem para os dois tratamentos extremos (T50 e TCA) foram menores. Isto significa que a dispersão dos valores em torno da média foi pequena, comprovando a eficiência na proteção para o T50 e a ausência da mesma no TCA.

TABELA 6 – DANO MÉDIO, AMPLITUDE DE DANO E COEFICIENTE DE VARIAÇÃO EM PORCENTAGEM PARA OS DIFERENTES TRATAMENTOS

Tratamento	dano médio	amplitude de dano	CV%
T50	3,61 a	2 – 6	18,5
TB	3,77 b	2 – 6	21,6
T20	3,90 b	2 – 6	21,6
TCA	4,84 c	3 – 6	15,4

Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si, segundo o teste FISCHER – BEHRENS, com 95% de probabilidade.

FONTE: O autor.

Seguindo o mesmo raciocínio, os tratamentos TB e T20 não formaram uma proteção suficiente para diminuir o coeficiente de variação, isso significa que apesar de algumas plantas apresentarem classe de dano 2 ou 3, outras foram fortemente afetadas pela geada.

Os tratamentos com cobertura podem ter contribuído na proteção contra os danos ao sombrear o colo de algumas plantas de *E. dunnii*. Segundo Horiuchi e Sakai (1978), a resistência ao frio pode ter relação com o sombreamento do colo da planta. Em estudo realizado pelos mesmos autores, a incidência de luz direta sobre o colo de plantas de *Cryptomeria japonica* foi responsável por diminuir a resistência às geadas.

Sabe-se que a temperatura nas camadas mais próximas ao solo é menor (GRODZKI *et al.*, 1996; SILVA; SENTELHAS, 2001). Assim, plantas com menores alturas possuem uma maior tendência a apresentarem danos mais intensos decorrentes do frio. O Gráfico 6 mostra essa tendência, para todos os tratamentos.

Observou-se a tendência das plantas menores serem mais afetadas pela geada em todos os tratamentos. As linhas de tendência mostram que a intensidade dos danos foi maior nas plantas menores (GRÁFICO 6). Esta constatação reafirma as conclusões obtidas por FAO (1979), Paton (1982), Ferraz e Coutinho (1984), Balmelli (1993) e Higa *et al.* (1997).

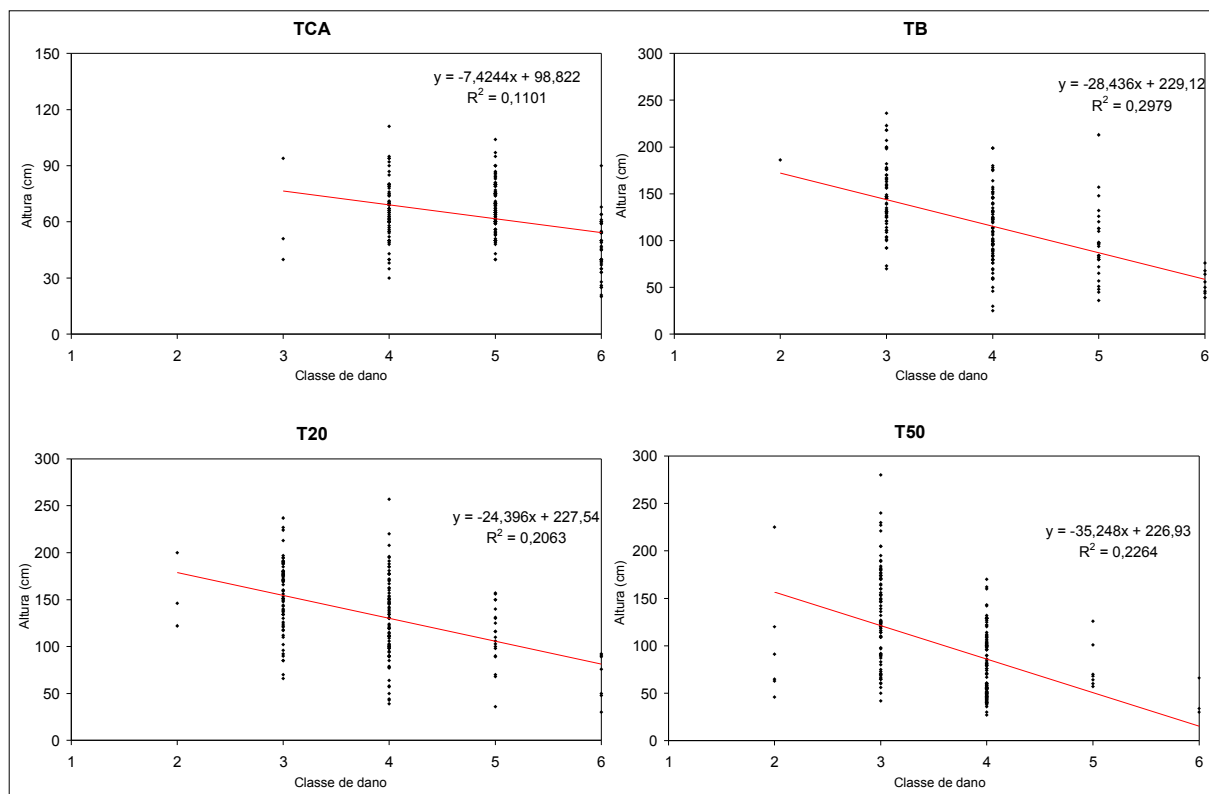


GRÁFICO 6 – CLASSES DE DANOS EM RELAÇÃO ÀS ALTURAS DAS PLANTAS DE *Eucalyptus dunnii* ANTES DAS GEADAS

FONTE: O autor.

Paludzyszyn Filho e dos Santos (2005), atribuem o fator idade à maior suscetibilidade a danos decorrentes de geadas, pois quanto mais jovem for a planta, maior será o dano nas folhas, caules e ramos pela ocorrência de geadas, devido à maior sensibilidade do material vegetativo em função da proximidade ao solo, onde a inversão térmica é mais pronunciada.

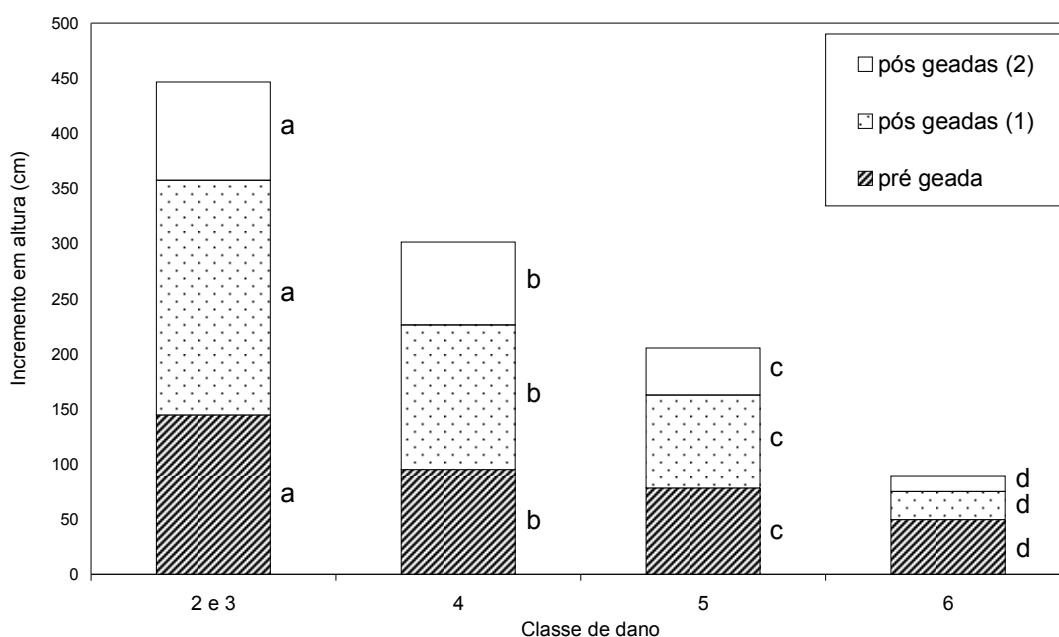
Segundo Sakai e Larcher (1987), este fato pode estar relacionado também com a maior quantidade de água nas plantas maiores, o que faz com que a perda de calor ocorra mais lentamente.

Conclui-se que o sistema de plantio sob cobertura não soluciona definitivamente os problemas causados pelas geadas. Trata-se de uma forma de diminuir os danos causados por geadas em plantas de *E. dunnii* em regiões com invernos severos. Este sistema pode não ser suficiente para evitar que as plantas sejam fortemente danificadas pelo frio ou mesmo sejam mortas, caso ocorram

variações térmicas abruptas ou com temperaturas mais baixas que as do período estudado.

5.3 RESILIÊNCIA

Para avaliar a resiliência das plantas tomou-se como variável indicadora o incremento médio em altura das plantas pertencentes a uma mesma classe de dano (GRÁFICO 7). As classes de dano “2” e “3” foram agrupadas por apresentarem valores próximos, ambos muito superiores às demais classes. Além de serem, do ponto de vista prático, muito semelhantes no que diz respeito às conseqüências para a planta. Para a classe de dano “6”, foram utilizadas as plantas que, embora tivessem sido classificadas como tal, não tiveram a parte aérea totalmente danificada.



Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si, segundo o teste FISCHER – BEHRENS, com 99% de probabilidade.

GRÁFICO 7 – ALTURAS MÉDIAS DAS PLANTAS DE *Eucalyptus dunnii* EM TRÊS DIFERENTES MOMENTOS: PRÉ-GEADA (ABRIL/2006), PÓS-GEADA (1) (JANEIRO/2007) E PÓS-GEADA (2) (ABRIL/2007)

FONTE: O autor.

Verifica-se (GRÁFICO 7) que as plantas com maiores alturas antes das geadas (abril/2006) foram menos afetadas pelas mesmas, confirmando a conclusão do Gráfico 6.

Observa-se também que, quanto mais intensa a classe de dano na qual a planta foi enquadrada, menor foi seu incremento em altura após a ocorrência de geadas, tanto para o primeiro período (janeiro/2007) como para o segundo (abril/2007). Deve-se tomar essa informação com certo cuidado, visto que as plantas menores apresentam danos mais intensos (GRÁFICO 6), ao mesmo tempo em que tendem a ser menos resilientes (GRÁFICO 7).

De forma semelhante, Ferraz e Coutinho (1984) concluíram que árvores dominadas de *E. saligna* com nove anos de idade, no município de Salto de Pirapora, SP, sofreram maiores danos causados por geadas (-1 °C), em relação às co-dominantes e, principalmente, às dominantes.

Muito embora o estágio de crescimento alcançado pelas plantas de *E. dunnii* em abril de 2007 não permita enquadrar as plantas em dominantes e dominadas, pelo fato de não estarem competindo por espaço, observa-se uma diferenciação já bastante pronunciada entre os indivíduos.

Higa *et al.* (2000), ao testar diferentes progênies de *E. dunnii*, em Campo do Tenente, PR, também encontraram diferenças significativas no crescimento após danos ocasionados por geadas. Verificaram, porém, de forma contrária ao apresentado no Gráfico 7, que plantas com maior crescimento antes da geada foram menos resilientes, apresentando menor taxa de crescimento depois da geada.

A presença da cobertura no atual trabalho pode ter relação com as conclusões distintas observadas no parágrafo anterior. O fato das plantas mais altas estarem sob uma cobertura que as protegeu das geadas, difere do trabalho de Higa *et al.* (2000), no qual as plantas mais altas estavam desprovidas de proteção.

Observou-se que muitas plantas que haviam sido fortemente afetadas pela geada apresentaram brotação vigorosa a partir da base da planta. Verificou-se, ainda, relação entre a classe de dano, o tratamento no qual a planta se encontrava e o tamanho da rebrota. Para avaliar tal relação, as plantas foram separadas por tratamento, considerando somente as plantas enquadradas na classe de dano 6 (morte da parte aérea). Os resultados são apresentados na Tabela 7.

TABELA 7 – PORCENTAGEM DE PLANTAS COM MORTE DA PARTE AÉREA E ALTURA DA REBROTA PARA OS DIFERENTES TRATAMENTOS.

Tratamento	Plantas c/ morte parte aérea (%)	Altura da rebrota (cm)
TCA	55,8 a	77,9 a
TB	9,7 b	144,3 b
T20	9,8 b	148,6 b
T50	2,3 c	150,0 b

Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si, segundo o teste FISCHER – BEHRENS, com 99% de probabilidade.

FONTE: O autor.

A porcentagem de plantas com morte da parte aérea foi estatisticamente maior no tratamento TCA e menor no tratamento T50 (TABELA 7).

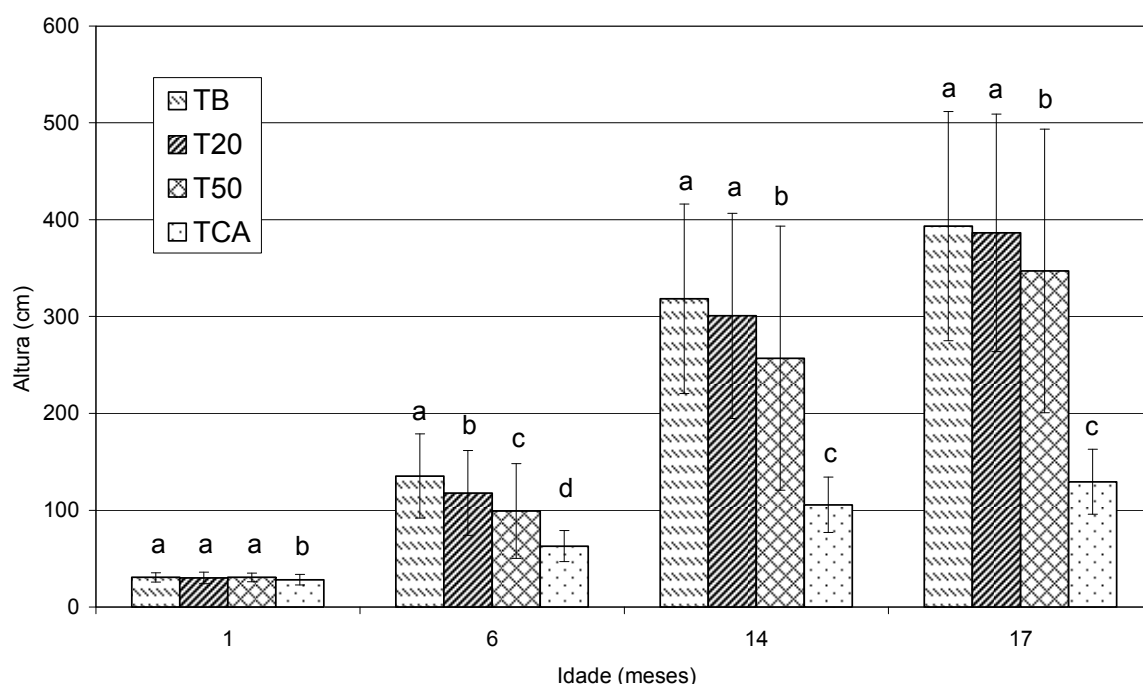
A altura da rebrota foi maior na presença da cobertura, independente do tipo e da intensidade da mesma (TABELA 7).

Da mesma forma que o crescimento das plantas no tratamento TCA, a altura da rebrota pode ter sido influenciada pelas condições físicas do solo. Neste caso, porém, a maior intensidade dos danos causados pelas geadas foi, aparentemente, a principal causa do menor crescimento da rebrota.

Considerando-se que as temperaturas mínimas absolutas foram maiores nos tratamentos com cobertura, pode-se inferir que o dano às plantas, visualmente igual na parte aérea, pode ter sido menos intenso na parte radicial nas condições sob cobertura, o que permitiu uma melhor recuperação após as geadas. Muito embora as raízes sejam frequentemente pouco afetadas, pelo fato da temperatura no solo sofrer variação apenas nos primeiros centímetros (SAKAI; LARCHER, 1987).

5.4 CRESCIMENTO DO *Eucalyptus dunnii*

Constatou-se que, dentre os tratamentos com cobertura, o aumento de árvores de *P. taeda* afetou negativamente o crescimento em altura das plantas de *E. dunnii* (GRÁFICO 8).



Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si, segundo o teste FISCHER – BEHRENS, com 99% de probabilidade.

GRÁFICO 8 – CRESCIMENTO MÉDIO EM ALTURA PARA O *Eucalyptus dunnei* E SEUS RESPECTIVOS DESVIOS PADRÕES, NOS DIFERENTES TRATAMENTOS, AO LONGO DA VIDA DO POVOAMENTO

FONTE: O autor.

Verificou-se no (GRÁFICO 8) que o tratamento TB possui valores estatisticamente superiores aos demais já a partir do sexto mês. A partir do décimo quarto mês, as alturas médias dos tratamentos TB e T20 passaram a ser estatisticamente semelhantes e superiores aos demais, com 99% de probabilidade.

A testemunha (TCA) foi o tratamento que apresentou o menor crescimento. Além dos intensos danos decorrentes das geadas, este fato pode estar relacionado também com as propriedades químicas e físicas do solo. Verificou-se que o solo da área de campo, apesar de quimicamente mais fértil (TABELA 2), apresentava maior densidade que o solo dos tratamentos sob cobertura.

Em estudo realizado em casa de vegetação por Silva *et al.* (2002), a compactação do solo foi responsável pela redução do crescimento das raízes de *Eucalyptus camaldulensis*. Muito embora o trabalho citado tenha sido realizado com Latossolo, condição diferente do atual experimento, as consequências para as plantas podem ser relacionadas.

Dentre os tratamentos sob cobertura, pode-se afirmar que todas as diferenças observadas no crescimento são oriundas exclusivamente dos tratamentos aplicados. A classificação das áreas em termos de qualidade de sítio (ANEXO 2) comprova a semelhança entre elas, com 95% de probabilidade.

Analisando os desvios padrões, observa-se que há uma grande variabilidade no crescimento em altura entre as plantas dentro de um mesmo tratamento. Os dados de altura do tratamento T50 apresentam maior desvio padrão que os dados dos demais tratamentos, fato este mais evidente a partir do 14º mês. Este maior desvio padrão está relacionado à influência negativa da cobertura no crescimento das plantas de *E. dunnii*.

Verificou-se, portanto, que a cobertura influenciou de forma oposta nos danos causados pelas geadas e no crescimento das plantas do estrato inferior. A cobertura que proporcionou maior proteção contra geadas, afetou negativamente o crescimento das plantas de *E. dunnii*.

A influência negativa da cobertura sobre o crescimento em diâmetro das plantas de *E. dunnii*, pode ser observada na Tabela 8.

TABELA 8 – DIÂMETRO DE COLO ($\varnothing_{\text{colo}}$) E DIÂMETRO A ALTURA DO PEITO (DAP) DAS PLANTAS DE *Eucalyptus dunnii* NAS DIFERENTES INTENSIDADES DE COBERTURA

Tratamento	$\varnothing_{\text{colo}}$ (mm)	DAP (mm)
TB	64,5 a	35,2 a
T20	64,6 a	35,5 a
T50	54,4 b	30,7 a
TCA	21,2 c	-

Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si, segundo o teste FISCHER – BEHRENS, com 99% de probabilidade.

FONTE: O autor.

Observa-se na Tabela 8 a influência negativa da intensidade de cobertura no crescimento em diâmetro de colo das plantas de *E. dunnii*. Para a variável DAP não foram encontradas diferenças estatísticas entre os tratamentos. A grande diferença no diâmetro de colo e a ausência de DAP, por falta de altura das plantas no tratamento TCA, devem-se ao crescimento bastante inferior, decorrente do grande efeito negativo da geada e possivelmente da compactação do solo.

Os diâmetros de colo dos tratamentos TB e T20 foram semelhantes e superiores estatisticamente aos demais. Existe, portanto, um limite de intensidade de cobertura acima do qual há perda significativa de crescimento em altura e diâmetro de colo. Estas informações reforçam a idéia de Angestam *et al.* (2003), estes autores citam que a intensidade ideal de cobertura deve ser uma combinação de proteção contra o frio excessivo e o mínimo efeito negativo no crescimento.

Do ponto de vista prático, o tratamento TB é muito interessante, em função de proporcionar a segunda melhor proteção contra geadas e o melhor crescimento das plantas. Após a retirada das árvores de *P. taeda*, porém, permanece uma faixa sem uso, que não foi plantada com *E. dunnii*. Sugere-se, para mitigar esta desvantagem, efetuar o plantio do *E. dunnii* em blocos, formando um mosaico ou deixar a bordadura até o corte final do eucalipto.

O grande desvio padrão no crescimento em altura observado no Gráfico 8 pode ser visto como uma vantagem, diminuindo a competição entre as plantas e postergando um possível desbaste.

Além disso, sabe-se que um número pequeno de árvores por hectare é suficiente para garantir o completo uso do espaço produtivo em idades avançadas. Nutto (2006) relata que se deve deixar somente 100 árvores por hectare para o corte final, quando o objetivo é obter árvores com DAP de 60 cm, para *E. grandis*. Número este bastante inferior ao atual, e que permitiria, por exemplo, 3 desbastes seletivos com intensidades de 50% cada.

Este sistema de plantio sob cobertura é mais recomendado para a produção de madeira de maiores dimensões, com horizontes de produção mais longos que os atuais empregados para este gênero. Por este motivo, o efeito negativo no crescimento inicial do *E. dunnii*, como consequência da presença de cobertura sobre o mesmo, pode ser tolerado, visto que os riscos de danos severos são significativamente reduzidos.

Verificou-se, ainda, maior influência negativa no crescimento em altura do *E. dunnii* nas proximidades das árvores da cobertura em todos os tratamentos sob cobertura a partir da segunda coleta de dados (Abril/2006). Este efeito pode ser visualizado em quatro diferentes idades do povoamento no Gráfico 9.

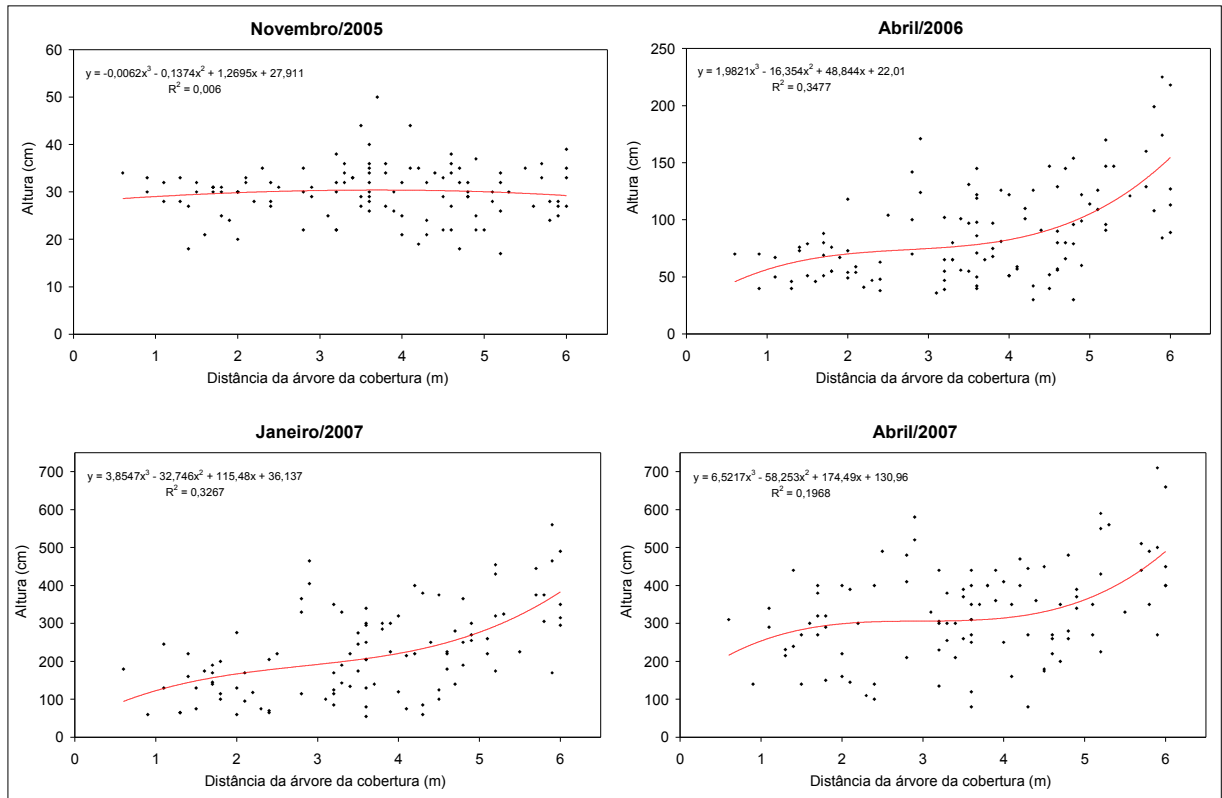


GRÁFICO 9 – ALTURA DO *Eucalyptus dunnii* EM RELAÇÃO À DISTÂNCIA ATÉ A ÁRVORE DA COBERTURA AO LONGO DA VIDA DO POVOAMENTO E CURVAS DE TENDÊNCIA POLINOMIAIS DE 3º GRAU

FONTE: O autor.

Ao analisar a sequência demonstrada no Gráfico 9, observa-se que a influência negativa do *P. taeda* sobre o crescimento em altura do *E. dunnii* é mais pronunciada num raio de, aproximadamente, quatro metros. Esta distância é onde se encontra o ponto de inflexão das curvas de tendência, onde estas passam de côncavas para convexas em relação ao eixo “x”. Num raio de quatro metros, portanto, será muito difícil encontrar plantas de *E. dunnii* com capacidade de se tornarem árvores dominantes.

O último gráfico da sequência (Abril/2007) mostra que as plantas jovens de *E. dunnii* afetadas pela proximidade das árvores de pinus, não recuperam o crescimento nos primeiros quatro meses após a retirada da cobertura. Essa mesma tendência de maior crescimento com o aumento da distância da árvore da cobertura, foi relatada por Strand *et al.* (2006) para coníferas crescendo sob a cobertura de *Pinus sylvestris* na Suécia. Segundo estes autores, esta influência negativa está

relacionada com a competição por água e nutrientes entre as plantas jovens e as árvores da cobertura.

Da mesma forma, Smith (1986) e Arthur *et al.* (1998) citam uma maior disponibilidade de água nos primeiros centímetros do solo em função do decréscimo no número de árvores na cobertura, em função de uma menor taxa de transpiração.

Resultados semelhantes foram relatados por Pothier *et al.* (2003), que observaram um aumento inversamente proporcional do lençol freático com a intensidade da cobertura florestal. As diferenças observadas foram maiores logo no primeiro ano após o corte e, diminuíram com o passar do tempo.

Verifica-se (GRÁFICO 10) que a precipitação para o ano de 2006 foi de 1.376 mm, indicando um ano bastante seco, já que, de acordo com EMBRAPA (1988), as médias históricas de precipitação anual variam de 1.300 a 2.400 mm. Este fato que pode ter contribuído para o aumento de competição por água.

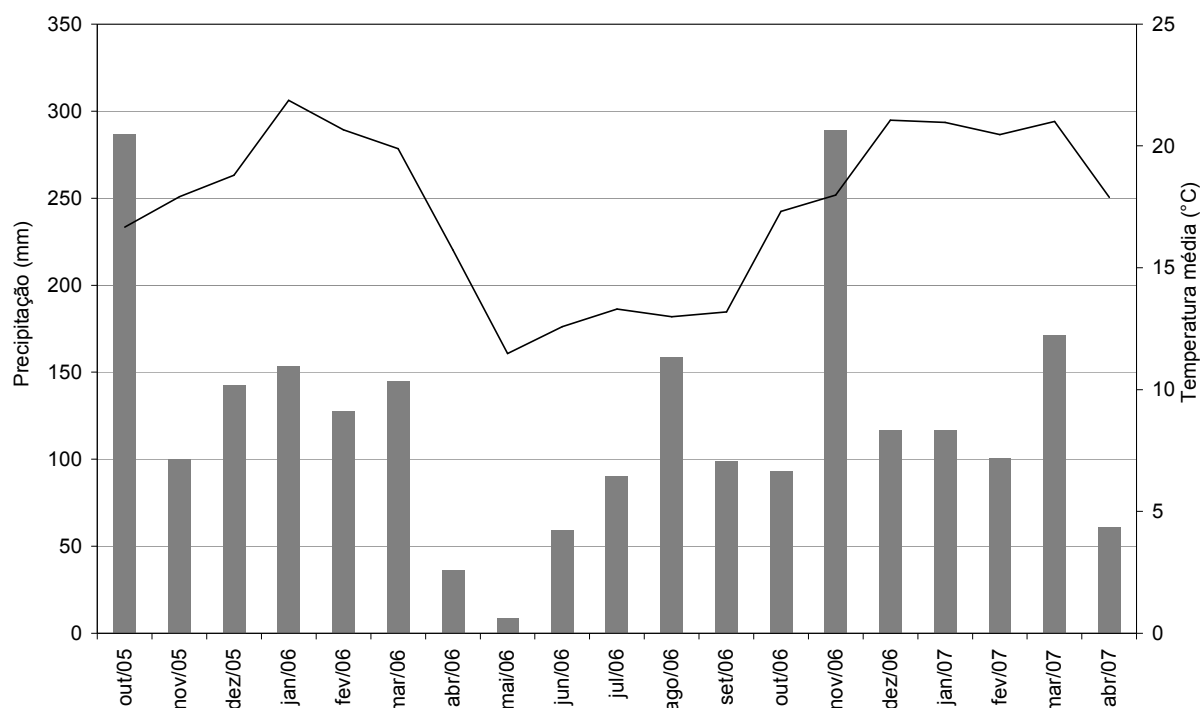


GRÁFICO 10 – PRECIPITAÇÃO (COLUNAS) E TEMPERATURA MÉDIA (LINHA) DURANTE O PERÍODO DO EXPERIMENTO, OUTUBRO/2005 A ABRIL/2007.

FONTE: EPAGRI/CIRAM. Estação meteorológica de Lages, SC.

Considerando que plantas em condições de maior concorrência por água e nutrientes alocam maior quantidade de fotoassimilados nas raízes, reduzindo a

relação parte aérea/sistema radicial (GONÇALVES; MELLO, 2000), pode-se inferir que há possibilidade destas plantas reagirem de forma vigorosa à retirada da cobertura.

5.5 REMOÇÃO DA COBERTURA: DANOS

A retirada da cobertura de *Pinus taeda* foi realizada em dezembro de 2006, quando as plantas de *E. dunnii* estavam com 13 meses de idade. Observa-se, na Figura 10, uma árvore de *P. taeda* já derrubada e uma planta de *E. dunnii* totalmente danificada pela queda da árvore da cobertura.

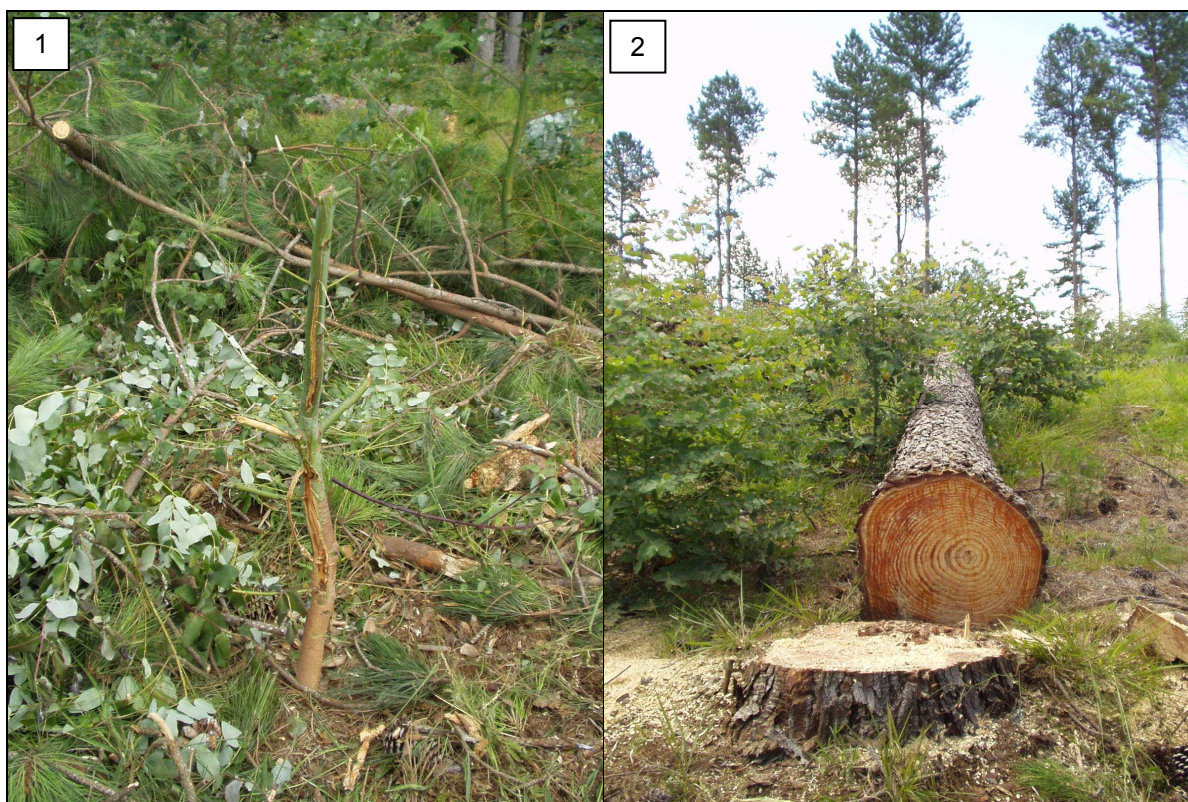


FIGURA 10 – PLANTA DE *Eucalyptus dunnii* SEVERAMENTE DANIFICADA (1) E ÁRVORE DE *Pinus taeda* CORTADA (2)

FONTE: O autor.

Durante a colheita das árvores da cobertura, observou-se que o dano apresentado na Figura 10 ocorreu somente nos indivíduos de *E. dunnii* diretamente atingidos pelas árvores cortadas.

Os danos observados nesta operação são mostrados na Tabela 9.

TABELA 9 – PORCENTUAL DE PLANTAS DE *Eucalyptus dunnii* DANIFICADAS EM FUNÇÃO DA REMOÇÃO DA COBERTURA DE *Pinus taeda*

Tratamento	Dano (%)
TB	1,2
T20	2,6
T50	1,5
Média	1,8

FONTE: O autor.

Verificou-se (TABELA 9) que o percentual de plantas de *E. dunnii* danificadas durante o processo de remoção da cobertura foi pequeno. Isto se deve ao emprego de técnicas de corte direcional, procurando derrubar as copas das árvores nas estradas e ramais de colheita. Estes ramais, alocados na 12ª linha do plantio do povoamento de *P. taeda*, foram mantidos e utilizados para o enleiramento dos resíduos da colheita que antecedeu o plantio do *E. dunnii*. Assim, havia grande disponibilidade de ramais para direcionar as copas das árvores da cobertura no momento de sua derrubada.

Observou-se ainda uma grande flexibilidade das plantas de *E. dunnii* com 14 meses de idade, o que pode ter contribuído para o pequeno percentual de dano.

O fato de se observar maior intensidade de dano no tratamento com T20 deve-se a queda de uma copa de maiores proporções sobre um grupo de plantas ou danos com o arraste das árvores.

6. CONCLUSÕES

- 1) O aumento da intensidade de cobertura, até 50 árvores de *P. taeda* por hectare, diminui os danos causados por geadas com temperaturas de até -5 °C e aumenta a resiliência das plantas afetadas pelas mesmas. Plantas menores de *E. dunnii* tendem a ser mais danificadas por geadas, independente da intensidade de cobertura sobre as mesmas.
- 2) Quanto maior a intensidade de cobertura, até 50 árvores de *P. taeda* por hectare, menor é o crescimento em altura e diâmetro do colo do *E. dunnii*, antes e após as geadas. Esta influência negativa no crescimento é maior num raio de até quatro metros em torno das árvores da cobertura de *P. taeda*.
- 3) Para as condições estudadas, a intensidade de cobertura ótima foi obtida com a manutenção de uma “cortina” de árvores de *P. taeda* no perímetro do talhão (TB), distantes 66 metros entre si, que proporciona a segunda melhor proteção contra geadas e o melhor crescimento em altura e diâmetro do colo.
- 4) O uso de técnicas de corte direcional na remoção das árvores da cobertura de *P. taeda* danifica um número insignificante de plantas jovens de *E. dunnii*.

REFERÊNCIAS

- AGESTAM, E.; EKÖ, P. –M.; NILSSON, U.; WELANDER, N. T. The effects of shelterwood density and site preparation on natural regeneration of *Fagus sylvatica* in Southern Sweden. **Forest Ecology and Management**, n. 176, p.61-73, 2003.
- ARNOLD, R. J.; CLARKE, B.; LUO, B. Trials of cold-tolerant eucalypt species in cooler regions of Central China. **ACIAR Technical Report**, n. 57, 106p. 2004.
- ARTHUR, M.A., COLTHARP, G.B., BROWN, D.L. Effects of best management practices on forest streamwater quality in Eastern Kentucky. **J. Am. Water Resour. Assoc.**, n. 34, p. 481-495, 1998.
- BALMELLI, G. D.; ROCKWOOD, D. L. Genetic variation for frost tolerance in an Uruguayan base population of *Eucalyptus grandis*. In: IUFRO Conference on Silviculture and Improvement of Eucalypts, 1997, Salvador. **Proceedings**. Colombo: EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa Florestal, v.4. 1997.
- BALMELLI, G. Daño de Heladas en *Eucalyptus*: Evaluacion de daño en especies y origenes en el primer invierno. **Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria**. Série Técnica n. 40, INIA - Tacuarembó, 1993.
- BORGES, L.C.; FERREIRA, D.F. Comparação de duas aproximações do teste “t” com variâncias heterogêneas através de simulação. **Ciênc. e Agrotec.** Lavras, v.23, n.2, p.390-403, 1999.
- BOWERS. M.C. Environmental Effects of Cold on Plants. In: Wilkinson, R.E. **Plant-Environment Interactions**. Georgia: Marcel Dekker Inc, p.391-411, 1994.
- BURSCHEL, P.; HUSS, J. **Grundriß des Waldbaus**. 2. Auflage. Berlin: Parey, 1997.
- CALORI, J. V.; KIKUTI, P. Propriedades físicas e mecânicas da madeira de *Eucalyptus dun nii* aos 20 anos de idade. In: IUFRO Conference on Silviculture and Improvement of Eucalypts, 1997, Salvador. **Proceedings**. Colombo: EMBRAPA, 4v. v.3, 1997.
- CAMARGO, M.B.P.; PEDRO JUNIOR, M.J.; ALFONSI, R.R. Probabilidade de ocorrência de temperaturas mínimas absolutas mensais e anuais no Estado de São Paulo. **Bracatinga**, Campinas, v.52, n.2, p.161-168, 1993.
- CAMPO, A. del; NAVARRO, R.M.; AGUILELLA, A.; GONZÁLEZ, E. Effect of tree shelter design on water condensation and run-of and its potencial benefit for reforestation establishment in semiarid climates. **Forest Ecology and Management**, n.235, p.107-115, 2006.
- CARAMORI, P.H., ANDROCIOLI FILHO, A., LEAL, A.C. Coffee shade with *Mimosa scabrella* Benth. for frost protection in southern Brazil. **Agrofor. Syst.**, Amsterdam, v. 33, p. 205-214, 1996.

CARAMORI, P. H.; LEAL, A. C.; MORAIS, H. Temporary shading of young coffee plantations with pigeonpea (*Cajanus cajan*) for frost protection in Southern Brazil. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.7, n.2, p. 195-220, 1999.

CLOSE, D.C.; BEADLE, C.L.; HOLZ, G.K.; BROWN, P.H. Effect of shade cloth tree shelters on cold-induced photoinhibition, foliar anthocyanin and growth of *Eucalyptus globulus* and *E. nitens* seedlings during establishment. **Australian Journal of Botany**, 50, 1, 15-20. 1998. Disponível em: <<http://www.publish.csiro.au/paper/BT01038.htm>> Acesso em: 03 set. 2005.

Comissão de Química e Fertilidade do Solo. **Manual de adubação e de calagem para os estados do RS e SC**. 10ª ed. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo - Núcleo Regional Sul, 394p., 2004.

EGERTON, J.J.G.; BANKS, J.C.G.; GIBSON, A.; CUNNINGHAM, R.B.; BALL, M.C. Facilitation of seedling establishment: reduction in irradiance enhances winter growth of *Eucalyptus pauciflora*. **Ecological Society of America**. Vol. 81, n. 5, p. 1437–1449. Canberra, 2000.

Disponível em:

<http://www.findarticles.com/p/articles/mi_m2120/is_5_81/ai_62770471>

Acesso em: 02 set. 2005.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, Centro Nacional de Pesquisas Florestais – CNPF. **Zoneamento ecológico para plantios florestais no estado de Santa Catarina**, Curitiba: EMBRAPA, 113p., 1988 .

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de Métodos de Análise de Solo**. 2.ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 212p., 1997.

FAO. **Eucalypts for Planting**. 11. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, 1979.

FERRAZ, E.S.B.; COUTINHO, A.R. Efeitos da geada na madeira de *Eucalyptus saligna*. **IPEF**, Piracicaba, n.28, p.57-62, 1984.

FERREIRA, M.; SANTOS, P. E. T. Melhoramento Genético Florestal dos *Eucalyptus* no Brasil. Breve Histórico. In: IUFRO Conference on Silviculture and Improvement of Eucalypts, 1997, Salvador. **Proceedings**. Colombo: EMBRAPA, v.4, 1997.

FERREIRA, F.A. **Patologia florestal: Principais doenças florestais do Brasil**. Viçosa, 1989.

FITTER, A.H.; HAY, R.K.M. **Environmental Physiology of Plants**. England: Academic Press, 355 p., 1981.

FLOSS, P. A.; CROCE, D. M. da; BOHNER, J. A. M.; HIGA, A. R. Teste de Procedências e Progênies de *Eucalyptus viminalis* LABILL na Região Oeste de

Santa Catarina-Brasil. In: IUFRO Conference on Silviculture and Improvement of Eucalypts, 1997, Salvador. **Proceedings**. Colombo: EMBRAPA, v. 4, 1997.

FREITAS, S.; BERTI FILHO, E. Efeito da desfolha parcial e total na produção de biomassa de *Eucalyptus grandis* em Mogi Guaçu, São Paulo. **IPEF**, Piracicaba, n.47, p. 29-35, 1994.

GOLFARI, L.; CASER, R.L.; MOURA, V.P.G. Zoneamento ecológico esquemático para reflorestamento no Brasil. **Série técnica PRODEPEF**, Brasília, (11): 1-66, 1978.

GONÇALVES, J. L. M.; MELLO, S. L. M. O Sistema Radicular das Árvores. In: **Nutrição e Fertilização Florestal**. Piracicaba: IPEF, 2000.

GRODZKI, L.; CARAMORI, P.H.; BOOTSMA, A.; OLIVEIRA, D.; GOMES, J. Riscos de geada no estado do Paraná. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.4, n.1, p. 93-99, 1996.

GUEDES, S.F.F. **Carbono orgânico e atributos do solo em áreas florestais no Planalto dos Campos Gerais, SC..** Dissertação (Mestrado em Solos) – Universidade Estadual de Santa Catarina, Lages, 47 p., 2005.

HIGA, R.C.V. **Studies on the physiology of frost resistance in *Eucalyptus viminalis* LABILL.** M.Sc. Thesis – Australian National University, 1989.

HIGA, R.C.V. **Avaliação e recuperação de *Eucalyptus dunnii* Maiden atingidos por geadas em Campo do Tenente, PR.** Tese (Doutorado em Silvicultura) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1998.

HIGA, R. C. V.; HIGA, A. R.; TREVISAN, R.; SOUZA, M. V. R. Comportamento de Vinte Espécies de *Eucalyptus* em Área de Ocorrência de Geadas na Região Sul do Brasil. In: IUFRO Conference on Silviculture and Improvement of Eucalypts, 1997, Salvador. **Proceedings**. Colombo: EMBRAPA, v. 4, 1997.

HIGA, R.C.V.; HIGA, A.R.; TREVISAN, R.; de SOUZA, M.V.R. Resistência e Resiliência a geadas em *Eucalyptus dunnii* MAIDEN Plantados em Campo do Tenente, PR. **Bol. Pesq. FI**. n.40, p.67-76. Colombo: EMBRAPA, 2000.

HORIUCHI, T.; SAKAI, A. Effect of solar radiation on frost damage to young cryptomerias. In: Li, P.H. e Sakai, A. **Plant cold hardiness and freezing stress**. New York: Academic Press. p. 417-426, 1978

HOLGÉN, P.; HÅNELL, B. Performance of planted and naturally regenerated seedlings in *Picea abies*-dominated shelterwood stands and clearcuts in Sweden. **Forest Ecology and Management**. n.127, p.129-138, 2000.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Mapa de vegetação do Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, 1993.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Manual Técnico da Vegetação Brasileira**. Rio de Janeiro: IBGE, 2004.

IWAKIRI, S.; KEINERT JR., S.; PRATA, J.G.; ROSSO, S. Produção de painel compensado estrutural de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus dunnii*. **Revista Floresta**, Curitiba, v.37, n.3, p. 363-367, 2007.

JOVANOVIC, T; BOOTH, T. H. **Improved Species Climatic Profiles**. RIRDC, 02/095, 2002.

KARLSSON, M.; NILSSON, U. The effects of scarification and shelterwood treatments on naturally regenerated seedlings in Southern Sweden. **Forest Ecology and Management** n. 205, p. 183-197, 2005.

KLEIN, R. **Mapa Fitogeográfico do Estado de Santa Catarina**. Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues, 1978.

KOZLOWSKI, T.T.; KRAMER, P.J. **Fisiologia das árvores**. Tradução de: António Manuel Azevedo Gomes. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1960.

KOZLOWSKI, T.T.; KRAMER, P.J.; PALLARDY, S.G. **The Physiological Ecology of Woody Plants**. San Diego: Academic press, 1991.

LANDSBERG, J.J. **Physiological Ecology of Forest Production**. Australia: Academic Press. CSIRO, 1986.

LANGVALL, O.; LÖFVENIUS, M.O. Effect of shelterwood density on nocturnal near-ground temperature, frost injury risk and budburst date of Norway spruce. **Forest Ecology and Management**, n.168, p.149-161, 2002.

LARCHER, W. **Physiological Plant Ecology**. Berlin: Springer-Verlag, 252 p., 1975.

LARCHER, W. **Physiological Plant Ecology**. 2a edição, Berlin: Springer-Verlag, 303p., 1980.

LARCHER, W. Typology of freezing phenomena among vascular plants and evolutionary trends in frost acclimation. In: Li, P.H. e Sakai, A. **Plant cold hardiness and freezing stress**. New York: Academic Press. p. 417-426, 1982.

LEAL, A.C. **Avaliação de espécies florestais para arborização de cafeeiros no norte do Paraná: Efeitos na produtividade e na proteção contra geadas de radiação**. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2004.

LISBÃO JÚNIOR, L. O efeito da geada e o comportamento inicial de três procedências de *Eucalyptus dunnii* Maiden, em ensaio conjugado de mini-espaçamentos e adubação. **Boletim de Pesquisa Florestal**. n.1, p.28-49, Curitiba, 1980.

LISBÃO JÚNIOR, L. Comparação entre métodos de avaliação e análise dos danos de geada em mudas de *Eucalyptus viminalis* LABILL. In: Congresso Florestal Brasileiro: Usos múltiplos da floresta: Uma necessidade. **Proceedings**. Pernambuco, Ano XI, n. 41, 1986.

MAESTRI, R.; CARDOSO-SARTÓRIO, R.; MONTEIRO DE MATOS, J.L.; NUTTO, L. The economics and management of high productivity plantations. In: IUFRO INTERNATIONAL MEETING. Lugo, Espanha. **Relação de Trabalhos**. 2004. CD-ROM

MASSIGNAM, A. M.; DITTRICH, R. C. Estimativa do número médio e da probabilidade mensal de ocorrência de geadas para o estado de Santa Catarina. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.6, n.2, p. 213-220, 1998.

MATTHEWS, J.D. **Silvicultural Systems**. Oxford: Clarendon Press, 1989. 284p.

NUTTO, L.; SPATHELF, P.; SELING, I. Management of individual tree diameter growth and implications for pruning for Brazilian *Eucalyptus grandis* Hill ex. Maiden. **Revista Floresta**, v. 36, n. 3, p. 397-413. Curitiba, 2006.

PALUDZYSZYN FILHO, E.; dos SANTOS, P.E.T. Considerações sobre o plantio de *Eucalyptus dunnii*, no estado do Paraná. **Comunicado Técnico** 141, Colombo: EMBRAPA, 2005.

PASTUR, G. M.; CELLINI, J. M.; PERI, P. L.; VUKASOVIC, R. F.; FERNÁNDEZ, M.C. Timber production of *Nothofagus pumilo* forests by a shelterwood system in Tierra del Fuego (Argentina). **Forest Ecology and Management** 134, p.153-162, 2000.

PATON, D.M. A mechanism for frost resistance in *Eucalyptus*. In: Li, P.; Sakai, A. **Plant cold hardiness and freezing stress**. Sapporo: Academic Press, p.77-92, 1982.

PEREYRA, O. **Avaliação da madeira de *Eucalyptus dunnii* na manufatura de painéis compensados**. 102 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1994.

POTHIER, D.; PRÉVOST, M.; AUGER, I. Using the shelterwood method to mitigate water table rise after forest harvesting. **Forest Ecology and Management**, n.179, p. 573-583, 2003.

QUERALTO, F.D. **Práctica de la defensa contra heladas**. Dilagro: Lerida, 384p., 1971.

SACHS, L. **Angewandte Statistik**. Zugleich vierte, Berlin: Springer-Verlag, 545p., 1973.

SAKAI, A.; LARCHER, W. **Frost Survival of Plants: Responses and Adaptation to Freezing Stress**. Innsbruck: Springer-Verlag, 1987.

SEITZ, R. A. Estudo da variação da radiação solar, temperatura e umidade relativa do ar no interior de uma mata de *Araucaria angustifolia* em relação ao terreno livre. **Revista Floresta**, Curitiba, v.7, n.2, 1976.

SILVA, J.G.; SENTELHAS, P.C. Diferença entre temperatura mínima do ar medida no abrigo e na relva e probabilidade de sua ocorrência em eventos de geadas no Estado de Santa Catarina. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.9, n.1, p. 9-15, 2001.

SILVA, S.R.; BARROS, N.F.; NOVAIS, R.F. & PEREIRA, P.R.G. Eficiência nutricional de potássio e crescimento de eucalipto influenciados pela compactação do solo. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, Viçosa, n.26, p.1001-1010, 2002.

SIMPSON, J.; OSBORNE, D. Performance of seven hardwoods species underplanted to *Pinus elliotii* in Souht-east Queensland. **Forest Ecology and Management**, n.233, p.303-308, 2006.

SMITH, D. M. **The practice of silviculture**. 8. ed. New York: John Wiley and Sons, 527 p.,1986.

SMITH, D.M.; LARSON, B.C.; KELTY, M.J.; ASHTON, P.M.S. **The Practice of Silviculture: Applied Forest Ecology**. 9. ed., Massachusetts: John Wiley and Sons, 537 p.,1997.

SOUZA, D.M. de P.; SOUZA, M.L. de P. Alterações provocadas pelo reflorestamento de *Pinus sp.* na fertilidade de solos na região da Lapa, PR. **Revista Floresta**, Curitiba, v.12, p.36-52, 1981.

STRAND, M.; LÖFVENIUS, M.O.; BERGSTEN, U.; LUNDMARK, T.; ROSVALL, O. Height growth of planted conifer seedlings in relation to solar radiation and position in scots pine shelterwood. **Forest Ecology and Management** 224, p.258-265, 2006.

SWAIN, T. An oveview of the status of cold tolerant eucalypt trial in South Africa. In: IUFRO Conference on Silviculture and Improvement of Eucalypts, 1997, Salvador. **Proceedings**. Colombo: EMBRAPA, v. 4, 1997.

TOSIN, J.C. Influência de *Pinus elliotii*, ENGELM., da *Araucaria angustifolia* (BERT.) O. KTZE. e da mata nativa sobre a atividade da microflora do solo. Curitiba: **Revista Floresta**, Curitiba, v.8, n.1, 1977.

TRESHOW, M. **Environment e Plant response**. McGraw-Hill Book Company. University of Utah, 1970.

TRUGILHO, P.F.; BIANCHI, M.L.; ROSADO, S.C.S.; LIMA, J.T. Qualidade da madeira de clones e híbridos naturais de *Eucalyptus*. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n.73, p.55-62, 2007.

WALTERS, J. R.; BELL, T. L. Growth of *Eucalyptus obliqua* regeneration following overstorey removal. **Forest Ecology and Management**, n.219, p. 185-198, 2005.

WAUGH, G. Growing *Eucalypts globulus* for high-quality sawn products. In: IUFRO CONFERENCE: "EUCALYPTUS IN A CHANGING WORLD", Aveiro. **Relação de Trabalhos**. 2004. CD-ROM.

ANEXOS

ANEXO 1 – CARACTERÍSTICAS DENDROMÉTRICAS DO POVOAMENTO DE *Pinus taeda*

	N/ha (árv)	DAP (cm)	h (m)	G/ha (m ²)	v_i (m ³)	V/ha (m ³)
Valor médio	378,6	35,3	27,8	37,8	1,469	554,7
Limite superior	403,3	37,1	28,4	41,4	1,639	613,9
Limite inferior	353,9	33,6	27,2	34,3	1,300	495,5
Erro (%)	6,5	5,1	2,1	9,3	11,5	10,7

N/ha- número de árvores por hectare; DAP – diâmetro a altura do peito (1,3 m); h – altura;
G/ha – área basal por hectare; v_i – volume individual; V/ha – volume por hectare.

FONTE: O autor.

ANEXO 2 – ALTURAS DOMINANTES (H_{dom}) DO *Pinus taeda* PARA AS CINCO PARCELAS DA ÁREA EXPERIMENTAL E INTERVALO DE CONFIANÇA (IC) COM 95% DE PROBABILIDADE

Parcela	H_{dom} (m)
1	28,7
2	28,2
3	29,5
4	28,5
5	29,2

IC [27,9 m < H_{dom} < 29,7 m] = 95%

FONTE: O autor.

ANEXO 3 – DADOS COLETADOS: ALTURA EM 19/11/05, ALTURA EM 08/04/06, ALTURA EM 07/01/07, ALTURA EM 21/04/07, DIÂMETRO DO COLO EM 21/04/07, DIÂMETRO A ALTURA DO PEITO (DAP) EM 21/04/07, DANOS PROVOCADOS POR GEADA EM 02/09/06 E 16/09/06.

Parcela	Coluna	arv n°	19/11/05 altura (cm)	08/04/06 altura (cm)	07/01/07 altura (cm)	21/04/07 altura (cm)	21/04/07 Dcolo (cm)	21/04/07 DAP (mm)	02/09/06 Geada	16/09/06 Geada
1	1	1								
1	1	2	23	50	M				5	5
1	1	3	34	60	M				4	4
1	1	4	25	65	85	115	2		4	5
1	1	5	21	64	M				3	6
1	1	6	30	66	M				4	5
1	1	7	30	60	M				4	5
1	1	8	23	54	60	82	1		4	5
1	1	9	27	M	M					
1	1	10	24	70	M				4	5
1	1	11	27	70	M				5	5
1	1	12	29	64	85	101	2		4	4
1	2	1								
1	2	2								
1	2	3	26	33	M				6	6
1	2	4	23	50	M				5	5
1	2	5	45	85	115	135	2		4	4
1	2	6	34	67	M				4	4
1	2	7	31	87	150	160	5		5	5
1	2	8	25	97	170	207	6		5	5
1	2	9	35	56	90	102	3		5	5
1	2	10	30	90	175	225	5		5	5
1	2	11	32	67	115	150	3		5	5
1	2	12	38	65	75	96	2		4	4
1	3	1	27	74	130	140	4		4	4
1	3	2	26	76	160	185	4		5	5
1	3	3	27	54	45	55	2		6	6
1	3	4	32	81	120	155	3		5	5
1	3	5	28	79	185	210	5		5	5
1	3	6	30	60	M				2	6
1	3	7	23	75	100	110	3		5	5
1	3	8	26	86	M				5	5
1	3	9	24	104	178	210	5		4	5
1	3	10	21	94	140	140	6		4	4
1	3	11	26	69	65	65	1		4	4
1	3	12	29	75	90	120	2		2	4
1	4	1								
1	4	2	25	M	M					
1	4	3	26	67	M				3	4
1	4	4	24	58	65	100	2		2	4
1	4	5	25	70	90	112	2		2	5
1	4	6	25	55	M				5	5
1	4	7	32	90	135	170	3		4	5
1	4	8	26	80	M				5	5
1	4	9	17	50	M				5	5
1	4	10	16	64	M				5	5
1	4	11	16	20	M				6	6
1	4	12	20	39	M				4	6
1	5	1	29	45	M				6	6
1	5	2	32	64	M				6	6
1	5	3	37	92	M				3	4
1	5	4	28	83	110	135	3		4	5
1	5	5	39	95	M				5	5
1	5	6	35	79	130	150	4		4	4
1	5	7	25	90	130	135	4		5	5
1	5	8	39	87	140	145	5		4	4
1	5	9	33	94	130	142	5		2	4
1	5	10	23	70	105	125	3		4	5
1	5	11	22	64	M				5	5
1	5	12	23	40	50	70	2		4	4
1	6	1								
1	6	2								
1	6	3								
1	6	4	19	55	M				4	4
1	6	5	20	60	98	132	3		4	4
1	6	6	25	85	110	135	4		5	5
1	6	7	20	75	100	146	2		4	5
1	6	8	28	62	M				4	4
1	6	9	20	M	M					

continua

Parcela	Coluna	arv	19/11/05 altura (cm)	08/04/06 altura (cm)	07/01/07 altura (cm)	21/04/07 altura (cm)	21/04/07 Dcolo (cm)	21/04/07 DAP (mm)	02/09/06 Geda	16/09/06 Geda
1	6	10	24	60	M				4	5
1	6	11	30	28	M				6	
1	6	12	30	66	100	120	3		4	4
1	7	1	36	79	119	155	4		4	5
1	7	2	32	80	105	130	4		5	5
1	7	3	32	69	120	142	3		5	5
1	7	4	36	75	110	129	3		4	5
1	7	5	35	71	128	172	3		4	4
1	7	6	30	54	M				3	5
1	7	7	37	111	165	181	5		4	4
1	7	8	32	60	68	93	3		4	4
1	7	9	31	60	M				4	4
1	7	10	42	78	M				4	4
1	7	11	40	76	85	110	3		5	5
1	7	12	40	80	138	165	4		4	4
1	8	1								
1	8	2								
1	8	3	32	M	M				6	6
1	8	4	30	95	125	147	3		4	4
1	8	5	21	53	M				5	5
1	8	6	28	80	M				5	5
1	8	7	26	69	M				4	5
1	8	8	35	90	M				4	6
1	8	9	36	75	80	77	1		5	5
1	8	10	35	90	M				3	4
1	8	11	33	61	M				5	5
1	8	12	27	50	85	110	2		4	4
1	9	1								
1	9	2	32	75	M				5	5
1	9	3	30	80	M				4	5
1	9	4	20	50	M				4	6
1	9	5	30	80	M				4	5
1	9	6	40	71	M				4	5
1	9	7	28	60	M				4	5
1	9	8	40	69	M				4	4
1	9	9	32	60	M				4	5
1	9	10	38	68	M				4	6
1	9	11	26	55	M				4	4
1	9	12	M	26	M				6	6
1	10	1								
1	10	2								
1	10	3	33	50	M				6	6
1	10	4	29	50	M				4	5
1	10	5	27	54	M				5	6
1	10	6	37	77	M				5	5
1	10	7	30	M	M					
1	10	8	29	40	M				6	6
1	10	9	19	33	M				6	6
1	10	10	28	50	M				4	4
1	10	11	16	25	M				6	6
1	10	12	26	65	M				5	5
2	1	1	30	51	85	94	2		3	3
2	1	2	22	37	M				6	6
2	1	3	28	50	M				4	4
2	1	4	26	35	M				6	6
2	1	5	28	62	70	100	3		4	5
2	1	6	27	49	M				3	4
2	1	7	19	M	M					
2	1	8	26	59	85	84	3		4	5
2	1	9	21	60	80	97	2		4	4
2	1	10	27	74	105	108	3		3	4
2	1	11	27	56	M				4	4
2	1	12								
2	2	1	29	48	M				3	5
2	2	2	22	21	M				2	6
2	2	3	22	35	M				3	4
2	2	4	22	38	M				4	4
2	2	5	32	61	120	167	3		4	4
2	2	6	23	59	M				5	5
2	2	7	28	62	M				5	5
2	2	8	36	66	110	160	3		4	5
2	2	9	22	53	85	90	3		5	5
2	2	10	30	65	90	110	2		3	5
2	2	11								
2	2	12								

continua

Parcela	Coluna	arv	19/11/05 altura (cm)	08/04/06 altura (cm)	07/01/07 altura (cm)	21/04/07 altura (cm)	21/04/07 Dcolo (cm)	21/04/07 DAP (mm)	02/09/06 Geda	16/09/06 Geda
2	3	1	27	94	150	175	5		3	3
2	3	2	28	35	M				6	6
2	3	3	29	40	M				4	5
2	3	4	28	40	M				5	5
2	3	5	19	50	55	74	1		4	4
2	3	6	37	54	85	106	2		2	4
2	3	7	29	67	90	107	3		4	4
2	3	8	32	63	105	123	4		5	5
2	3	9	29	48	M				4	4
2	3	10	25	65	95	105	2		4	4
2	3	11	27	60	85	103	2		4	4
2	3	12	26	70	110	145	3		4	4
2	4	1	14	40	M				4	4
2	4	2	20	43	M				4	5
2	4	3	28	66	95	149	3		4	4
2	4	4	30	80	115	145	3		3	4
2	4	5	21	40	88	110	3		3	3
2	4	6	26	60	60	100	2		4	4
2	4	7	30	62	100	127	3		4	4
2	4	8	27	80	120	160	3		3	5
2	4	9	28	80	M				3	4
2	4	10	30	61	100	146	3		4	5
2	4	11	22	38	66	70	1		5	6
2	4	12								
2	5	1	27	59	M				5	5
2	5	2	28	81	135	146	3		5	5
2	5	3	28	39	M				4	6
2	5	4	25	25	M				4	6
2	5	5	22	63	M				4	4
2	5	6	29	47	M				4	6
2	5	7	22	52	55	90	1		3	4
2	5	8	28	75	M				5	5
2	5	9	28	65	100	122	3		5	5
2	5	10	27	75	105	135	2		4	5
2	5	11	32	71	150	169	3		4	4
2	5	12								
2	6	1	30	70	100	112	3		5	5
2	6	2	31	51	M				4	5
2	6	3	30	74	115	130	3		5	5
2	6	4	34	70	125	130	4		4	4
2	6	5	35	70	115	130	3		3	4
2	6	6	36	84	125	160	4		5	5
2	6	7	27	30	M				4	4
2	6	8	29	79	120	170	3		4	4
2	6	9	38	59	M				4	6
2	6	10								
2	6	11								
2	6	12								
2	7	1	40	80	120	145	3		4	4
2	7	2	35	61	90	112	2		4	4
2	7	3	27	86	115	168	4		4	5
2	7	4	26	M	M					
2	7	5	22	M	M					
2	7	6	31	60	M				4	4
2	7	7	30	59	M				6	6
2	7	8	31	57	M				4	4
2	7	9	32	79	130	160	4		4	5
2	7	10	23	49	M				4	5
2	7	11	25	60	80	100	3		5	5
2	7	12	33	70	M				5	5
2	8	1	31	49	M				6	6
2	8	2	31	67	M				4	5
2	8	3	27	56	M				5	5
2	8	4	24	60	70	100	3		4	5
2	8	5	28	66	95	112	2		5	5
2	8	6	25	40	M				5	6
2	8	7	28	40	M				6	6
2	8	8	27	50	85	100	3		4	5
2	8	9	29	56	M				5	5
2	8	10	28	65	M				4	5
2	8	11	27	40	M				4	6
2	8	12								
2	9	1	21	45	M				4	6
2	9	2	25	64	M				4	5
2	9	3	31	60	M				4	6

continua

Parcela	Coluna	arv	19/11/05 altura (cm)	08/04/06 altura (cm)	07/01/07 altura (cm)	21/04/07 altura (cm)	21/04/07 Dcolo (cm)	21/04/07 DAP (mm)	02/09/06 Geda	16/09/06 Geda
2	9	4	28	60	M				4	5
2	9	5	27	63	M				4	4
2	9	6	25	60	M				6	6
2	9	7	35	63	M				4	5
2	9	8	33	43	M				4	4
2	9	9	33	76	85	140	1		4	4
2	9	10	32	69	M				5	5
2	9	11								
2	9	12								
2	10	1	30	50	M				5	6
2	10	2	29	55	M				6	6
2	10	3	20	60	M				4	5
2	10	4	35	84	M				4	5
2	10	5	29	46	M				6	6
2	10	6	22	M	M					
2	10	7	20	75	M				4	4
2	10	8	28	68	M				5	5
2	10	9	33	74	M				4	5
2	10	10	30	61	M				6	6
2	10	11								
2	10	12								
3	1	1								
3	1	2	33	98	370	450	8	50	3	3
3	1	3	34	101	255	350	5	26	4	4
3	1	4	35	104	140	200	3	10	4	4
3	1	5	38	60	160	200	3	10	4	4
3	1	6	39	91	300	440	7	39	3	3
3	1	7	37	110	355	440	8	48	4	4
3	1	8	25	129	310	350	6	32	4	4
3	1	9	32	160	395	360	8	45	4	4
3	1	10	35	136	150	180	3	10	3	3
3	1	11	38	90	395	450	6	37	3	3
3	1	12	28	149	180	290	4	18	3	3
3	1	13	27	125	M				3	3
3	1	14	30	52	60	130	2		3	4
3	1	15	35	57	75	160	2	10	4	5
3	1	16	35	121	225	330	5	24	2	3
3	1	17	32	189	530	620	11	73	3	3
3	2	1								
3	2	2								
3	2	3								
3	2	4	31	112	400	490	8	51	4	4
3	2	5	29	114	265	320	6	27	4	4
3	2	6	35	181	460	510	11	73	3	3
3	2	7	30	143	260	340	6	26	4	4
3	2	8	27	147	390	480	7	43	3	3
3	2	9	27	154	370	450	8	45	3	3
3	2	10	24	M	M					
3	2	11	33	160	410	470	7	43	3	3
3	2	12	29	129	305	350	6	28	4	4
3	2	13	30	70	130	220	3	12	4	5
3	2	14	41	60	105	185	2	8	4	4
3	2	15	30	49	60	160	2	5	4	4
3	2	16	50	65	140	350	7	26	2	2
3	2	17	28	174	465	500	8	53	3	3
3	3	1								
3	3	2	32	129	250	310	5	23	4	4
3	3	3	29	120	355	420	7	39	3	3
3	3	4	28	118	330	400	6	33	3	3
3	3	5	37	164	335	410	7	38	3	3
3	3	6	30	180	375	470	8	47	3	3
3	3	7	32	129	375	440	7	44	3	4
3	3	8	25	142	420	500	9	58	4	4
3	3	9	23	121	440	510	8	54	3	3
3	3	10	35	123	405	470	7	46	3	3
3	3	11	34	174	305	350	9	36	3	3
3	3	12	27	74	115	165	2	6	2	4
3	3	13	34	61	115	150	3	M	3	3
3	3	14	32	67	245	340	5	28	3	3
3	3	15	30	M	M					
3	3	16	30	100	330	410	8	45	4	4
3	3	17	34	129	220	260	6	25	4	4
3	4	1								
3	4	2								

continua

Parcela	Coluna	arv	19/11/05 altura (cm)	08/04/06 altura (cm)	07/01/07 altura (cm)	21/04/07 altura (cm)	21/04/07 Dcolo (cm)	21/04/07 DAP (mm)	02/09/06 Geda	16/09/06 Geda
3	4	3	30	84	205	280	4	23	4	4
3	4	4	35	89	300	360	6	29	3	3
3	4	5	34	132	395	490	11	57	3	3
3	4	6	40	171	380	430	9	48	3	3
3	4	7	35	124	245	310	5	19	3	3
3	4	8	26	109	305	350	5	25	4	4
3	4	9	42	100	260	330	6	28	4	4
3	4	10	33	47	85	120	1		4	4
3	4	11	35	66	M				6	6
3	4	12	36	97	285	400	7	37	3	3
3	4	13	34	80	330	380	7	36	4	4
3	4	14	29	96	190	280	5		4	4
3	4	15	27	76	225	320	6	28	3	4
3	4	16								
3	4	17								
3	5	1								
3	5	2	38	90	180	220	5	13	2	4
3	5	3	25	99	270	390	7	33	4	4
3	5	4	M	M	M					
3	5	5	27	99	260	300	6	24	4	4
3	5	6	25	109	370	440	9	45	3	3
3	5	7	29	116	405	520	8	53	3	3
3	5	8	30	87	275	320	6	27	3	3
3	5	9	38	M	M					
3	5	10	36	46	94	260	3	13	4	4
3	5	11	28	41	118	300	4	18	4	4
3	5	12	22	39	125	305	4	17	4	4
3	5	13	32	M	M					
3	5	14	32	114	280	330	6	26	3	3
3	5	15	34	162	370	470	9	55	3	4
3	5	16	30	111	270	360	7	34	3	4
3	5	17	35	67	170	310	3	17	4	4
3	6	1								
3	6	2	30	79	130	270	5	14	4	4
3	6	3	28	63	205	400	5	32	2	2
3	6	4	24	M	M					
3	6	5	40	M	M					
3	6	6	35	142	365	480	8	55	3	3
3	6	7	32	65	190	255	3	18	3	3
3	6	8	30	65	169	210	4	14	3	3
3	6	9	30	45	60	80	2		2	4
3	6	10	39	50	65	190	2	7	2	4
3	6	11	33	46	65	231	2	8	2	4
3	6	12	28	40	65	215	2	9	2	4
3	6	13	22	65	170	300	4	19	2	3
3	6	14	22	114	135	191	3	7	2	3
3	6	15	33	101	M				5	5
3	6	16	32	170	350	405	7	35	3	3
3	6	17	35	100	240	310	4	24	4	4
3	7	1	29	M	M					
3	7	2	22	M	M					
3	7	3	25	M	M					
3	7	4	30	30	M				3	4
3	7	5	30	M	M					
3	7	6	33	70	95	240	3	9	3	3
3	7	7	32	51	75	140	2		3	4
3	7	8	38	55	85	135	2		3	4
3	7	9	31	50	80	160	3		3	3
3	7	10	30	40	80	120	2		3	4
3	7	11	30	47	115	230	4	22	4	4
3	7	12	40	98	250	270	6	27	4	4
3	7	13	29	154	250	260	5	23	3	3
3	7	14	22	177	385	440	9	51	3	3
3	7	15	37	205	395	470	9	43	3	3
3	7	16	32	280	560	700	13	81	3	3
3	7	17	35	90	145	150	2	6	3	3
3	8	1	27	75	300	400	6	29	3	3
3	8	2	25	M	M					
3	8	3	19	110	400	470	10	57	3	3
3	8	4	22	56	157	240	4	9	3	3
3	8	5	36	M	M					
3	8	6	31	80	145	320	5	28	3	3
3	8	7	32	48	70	140	1		2	4
3	8	8	22	40	100	175	3		4	4
3	8	9	32	34	M				4	6

continua

Parcela	Coluna	arv	19/11/05 altura (cm)	08/04/06 altura (cm)	07/01/07 altura (cm)	21/04/07 altura (cm)	21/04/07 Dcolo (cm)	21/04/07 DAP (mm)	02/09/06 Geada	16/09/06 Geada
3	8	10	33	83	240	310	5	26	3	3
3	8	11	30	27	105	160	2	5	4	4
3	8	12	27	180	390	490	9	49	3	3
3	8	13	22	146	395	460	8	50	3	3
3	8	14	24	182	480	510	9	47	3	3
3	8	15	30	170	360	420	6	40	3	4
3	8	16	30	125	180	260	5	20	4	4
3	8	17								
4	1	1	32	153	368	500	6	35	3	3
4	1	2	30	109	365	470	7	43	3	3
4	1	3	30	120	285	400	6	30	2	2
4	1	4	32	122	320	410	6	30	4	4
4	1	5	31	104	220	490	6	32	4	4
4	1	6	30	51	140	270	3	16	4	4
4	1	7	33	54	95	145	2		4	4
4	1	8	32	42	55	80	1		2	4
4	1	9	32	43	55	70	2		4	4
4	1	10	34	60	110	150	3	5	3	4
4	1	11	28	47	90	140	2	5	4	4
4	1	12	26	58	120	190	4	9	3	4
4	1	13	37	165	440	495	9	56	3	3
4	1	14	32	120	330	420	6	28	3	4
4	1	15								
4	2	1	35	170	510	650	9	59	3	3
4	2	2	25	156	380	510	7	40	3	3
4	2	3	21	96	290	370	5	28	3	4
4	2	4	34	M	M					
4	2	5	30	147	325	560	8	52	3	3
4	2	6	27	55	175	260	4	15	3	4
4	2	7	30	76	115	150	2	8	2	4
4	2	8	28	50	130	290	3	16	4	4
4	2	9	27	38	65	100	1		4	4
4	2	10	32	41	60	60	1		4	4
4	2	11	35	58	115	180	2	5	4	4
4	2	12	32	132	340	400	7	31	4	4
4	2	13	25	120	320	370	7	30	3	3
4	2	14	32	107	350	390	6	29	3	4
4	2	15								
4	3	1								
4	3	2	30	174	445	560	9	60	3	3
4	3	3	35	55	290	400	3	18	4	4
4	3	4	18	150	430	560	7	48	3	3
4	3	5	32	184	470	600	8	53	3	3
4	3	6	30	230	620	720	11	86	3	3
4	3	7	33	160	445	510	8	49	3	3
4	3	8	27	M	M					
4	3	9	25	57	190	340	5	24	4	4
4	3	10	34	44	100	160	2	5	2	4
4	3	11	32	43	85	150	1	5	4	4
4	3	12	32	M	M					
4	3	13	21	30	60	80	1		4	6
4	3	14	26	M	M					
4	3	15								
4	4	1								
4	4	2	28	176	520	700	9	69	3	3
4	4	3	34	240	600	730	12	79	3	3
4	4	4	27	225	560	710	10	77	2	2
4	4	5	23	126	250	350	6	20	4	5
4	4	6	32	205	560	680	10	74	3	3
4	4	7	30	195	520	700	15	84	3	3
4	4	8	35	71	220	270	3	15	4	4
4	4	9	30	127	234	390	6	22	3	4
4	4	10	28	61	160	270	5	15	4	4
4	4	11	32	71	194	270	5	20	4	4
4	4	12	33	56	134	210	3	12	2	4
4	4	13	30	73	147	290	2	14	2	3
4	4	14	25	55	200	320	5	25	4	4
4	4	15	29	124	405	520	10	59	2	3
4	5	1	25	36	100	330	4	20	4	4
4	5	2	29	50	130	250	3	17	4	4
4	5	3	32	79	365	480	6	42	4	4
4	5	4	21	227	580	700	13	84	3	3
4	5	5	23	139	440	590	9	55	3	3
4	5	6	35	120	440	510	7	38	3	3

continua

Parcela	Coluna	arv	19/11/05 altura (cm)	08/04/06 altura (cm)	07/01/07 altura (cm)	21/04/07 altura (cm)	21/04/07 Dcolo (cm)	21/04/07 DAP (mm)	02/09/06 Geda	16/09/06 Geda
4	5	7	19	86	180	240	3	15	2	4
4	5	8	25	68	310	360	5	26	5	5
4	5	9	25	49	155	220	4	14	4	4
4	5	10	29	52	125	180	2	8	3	4
4	5	11	30	81	225	360	5	29	4	4
4	5	12	32	59	170	390	4	22	2	4
4	5	13	34	70	180	310	4	20	3	3
4	5	14	21	46	175	300	4	20	4	4
4	5	15								
4	6	1	24	42	85	270	4	15	3	3
4	6	2	30	40	60	140	2		2	4
4	6	3	35	47	75	110	2		2	4
4	6	4	34	91	250	360	6	30	3	3
4	6	5	37	96	305	350	5	21	4	4
4	6	6	30	126	250	340	7	27	3	3
4	6	7	35	69	165	210	4	9	2	3
4	6	8	37	103	295	370	7	37	4	4
4	6	9	28	56	110	150	3	5	4	4
4	6	10	35	81	180	240	4	15	4	4
4	6	11	30	106	210	310	5	21	4	4
4	6	12	29	92	370	450	8	41	2	3
4	6	13	32	102	350	440	8	41	4	4
4	6	14	31	171	465	580	9	58	3	3
4	6	15								
4	7	1	25	51	120	250	2	11	4	4
4	7	2	30	54	130	220	3	10	4	4
4	7	3	31	55	100	290	4	15	3	4
4	7	4	35	122	205	310	6	26	4	4
4	7	5	34	91	175	225	5	12	2	2
4	7	6	27	79	325	450	7	42	4	4
4	7	7	37	110	405	570	8	58	3	3
4	7	8	30	M	M					
4	7	9	35	56	165	250	4	15	4	4
4	7	10	27	44	110	195	4	9	4	4
4	7	11	34	64	143	210	4	11	5	5
4	7	12	32	60	220	330	5	21	5	5
4	7	13	29	90	360	520	7	41	4	4
4	7	14	42	102	345	420	6	32	3	4
4	7	15	36	130	160	260	6	22	3	4
4	8	1	35	127	350	450	7	45	3	3
4	8	2	32	126	380	445	9	44	3	3
4	8	3	28	71	295	350	6	29	3	3
4	8	4	30	109	260	350	6	25	3	4
4	8	5	30	125	390	480	10	60	3	3
4	8	6	27	60	190	350	4	23	3	3
4	8	7	26	46	160	330	5	21	2	2
4	8	8	28	45	140	210	3	13	4	4
4	8	9	26	50	115	140	4	6	4	4
4	8	10	25	56	164	310	4	19	4	4
4	8	11	27	70	157	340	3	20	4	4
4	8	12	35	82	190	280	5	18	3	4
4	8	13	34	100	320	470	7	42	4	4
4	8	14	30	221	570	690	11	79	3	3
4	8	15								
5	1	1								
5	1	2	18	66	115	160	3	5	3	3
5	1	3	23	112	330	410	7	39	3	3
5	1	4	23	89	260	360	7	28	4	4
5	1	5	28	126	320	470	7	45	2	3
5	1	6	27	134	440	650	12	69	3	3
5	1	7	29	181	345	570	11	75	3	3
5	1	8	32	111	200	400	9	45	2	4
5	1	9	36	191	440	550	10	71	3	4
5	1	10	25	160	440	550	10	64	3	3
5	1	11	30	185	290	340	6	27	4	4
5	1	12	27	131	275	330	5	26	3	4
5	1	13	38	94	190	230	4	13	4	4
5	1	14	27	106	260	390	8	31	4	4
5	1	15	30	116	250	330	6	26	5	5
5	1	16	25	103	220	320	6	23	5	5
5	1	17	26	150	330	450	8	42	5	5
5	1	18								
5	2	1								
5	2	2	27	50	100	140	1	5	2	4
5	2	3	29	43	M				4	4

continua

Parcela	Coluna	arv	19/11/05 altura (cm)	08/04/06 altura (cm)	07/01/07 altura (cm)	21/04/07 altura (cm)	21/04/07 Dcolo (cm)	21/04/07 DAP (mm)	02/09/06 Geada	16/09/06 Geada
5	2	4	33	57	115	130	2		4	4
5	2	5	33	79	220	280	5	19	4	4
5	2	6	28	M	205	290	4	16		
5	2	7	28	111	255	330	5	22	3	4
5	2	8	34	170	500	630	11	70	3	3
5	2	9	33	134	290	360	5	23	3	4
5	2	10	44	85	210	260	4	16	2	4
5	2	11	34	115	190	250	5	19	2	4
5	2	12	38	M	M					
5	2	13	26	M	M					
5	2	14	31	M	M					
5	2	15	28	85	250	260	6	21	3	3
5	2	16	37	92	200	260	5	16	3	3
5	2	17	28	112	270	330	7	26	4	4
5	2	18								
5	3	1								
5	3	2	30	M	M					
5	3	3	34	M	M					
5	3	4	27	M	M					
5	3	5	30	121	340	450	7	32	2	4
5	3	6	29	100	230	300	4	20	3	4
5	3	7	36	156	285	340	7	26	3	3
5	3	8	37	191	400	470	8	45	3	3
5	3	9	39	180	465	590	11	65	3	3
5	3	10	24	89	M				5	5
5	3	11	27	M	M					
5	3	12	34	131	310	400	5	31	5	5
5	3	13	42	169	330	430	8	45	3	3
5	3	14	31	180	390	460	8	46	3	3
5	3	15	31	102	170	200	4	11	3	3
5	3	16	34	160	320	410	8	41	3	4
5	3	17								
5	3	18								
5	4	1								
5	4	2	26	102	165	200	4	11	3	4
5	4	3	40	96	200	210	5	13	3	3
5	4	4	34	111	285	330	6	26	3	4
5	4	5	32	153	395	460	8	45	3	3
5	4	6	25	134	360	470	7	37	3	3
5	4	7	34	189	360	540	10	58	3	3
5	4	8	35	213	500	560	9	59	3	3
5	4	9	35	176	335	560	10	49	3	3
5	4	10	38	122	240	350	5	19	2	2
5	4	11	39	151	290	340	7	30	3	3
5	4	12	25	98	255	360	7	27	4	4
5	4	13	39	151	315	360	7	33	3	3
5	4	14	30	119	290	360	6	31	4	4
5	4	15	34	237	485	560	8	53	3	3
5	4	16	34	135	M				0	
5	4	17								
5	4	18								
5	5	1	35	122	300	360	6	29	3	3
5	5	2	35	149	360	400	8	45	3	3
5	5	3	37	85	145	150	3	5	3	3
5	5	4	29	68	160	200	4	9	3	5
5	5	5	34	179	415	500	9	55	3	3
5	5	6	27	70	240	300	4	19	3	3
5	5	7	32	138	220	250	5	13	2	4
5	5	8	29	150	450	550	8	51	4	4
5	5	9	30	224	500	600	9	65	3	3
5	5	10	26	185	475	600	10	62	3	3
5	5	11	28	117	190	240	4	9	3	3
5	5	12	33	156	310	360	7	37	5	5
5	5	13	33	136	220	290	4	21	3	4
5	5	14	29	185	380	470	9	49	3	4
5	5	15	30	188	400	470	8	53	3	3
5	5	16	34	190	480	580	11	67	3	3
5	5	17	24	190	452	550	8	54	3	3
5	5	18	19	M	M				0	
5	6	1	37	130	325	400	7	30	3	3
5	6	2	24	70	225	360	5	23	4	5
5	6	3	25	M	M					
5	6	4	35	78	295	370	8	34	4	4
5	6	5	30	M	M					
5	6	6	34	77	315	500	8	55	4	4

continua

Parcela	Columna	arv	19/11/05 altura (cm)	08/04/06 altura (cm)	07/01/07 altura (cm)	21/04/07 altura (cm)	21/04/07 Dcolo (cm)	21/04/07 DAP (mm)	02/09/06 Geda	16/09/06 Geda
5	6	7	29	48	M				4	6
5	6	8	26	159	M				3	3
5	6	9	29	106	M				5	5
5	6	10	23	130	285	340	6	24	5	5
5	6	11	35	95	210	300	5	19	3	4
5	6	12	33	M	M					
5	6	13	36	130	300	350	6	28	4	4
5	6	14	26	90	165	280	4	12	5	5
5	6	15	24	220	335	400	6	36	4	4
5	6	16	31	144	290	360	5	30	3	3
5	6	17	28	173	390	460	9	46	3	3
5	6	18	22	M	M					
6	1	1	33	110	M				4	5
6	1	2	33	157	260	300	6	25	5	5
6	1	3	25	137	400	550	8	62	3	3
6	1	4	35	M	M					
6	1	5	31	166	315	360	6	26	3	3
6	1	6	35	195	450	560	10	63	3	4
6	1	7	32	M	M					
6	1	8	35	178	435	550	11	64	4	4
6	1	9	31	98	325	450	6	37	4	4
6	1	10	28	208	445	520	9	59	3	4
6	1	11	27	177	360	420	8	38	3	4
6	1	12	27	89	M				6	6
6	1	13	25	146	280	370	7	29	4	4
6	1	14	25	157	330	380	7	37	3	4
6	1	15	23	150	210	250	4	23	4	5
6	1	16	25	91	120	150	3	3	4	6
6	2	1	40	101	170	200	3	8	4	4
6	2	2	34	257	560	690	10	69	3	4
6	2	3	26	188	325	370	6	32	4	4
6	2	4	41	177	400	460	7	36	3	3
6	2	5	29	175	360	420	8	46	3	3
6	2	6	27	134	420	500	8	44	3	3
6	2	7	33	139	280	370	5	29	4	4
6	2	8	34	171	445	550	9	53	4	4
6	2	9	39	114	200	340	7	33	4	4
6	2	10	39	120	295	390	5	27	4	4
6	2	11	34	177	385	450	8	42	4	4
6	2	12	34	176	425	580	10	69	3	3
6	2	13	30	90	270	420	5	28	3	4
6	2	14	29	178	425	530	9	57	3	3
6	2	15	34	181	355	450	7	38	4	4
6	2	16	31	141	M				4	4
6	3	1	32	150	280	320	6	25	3	4
6	3	2	27	90	345	400	7	36	3	3
6	3	3	35	76	M				6	6
6	3	4	34	195	455	480	7	50	3	3
6	3	5	25	170	455	510	8	49	3	3
6	3	6	37	151	290	340	6	26	4	4
6	3	7	28	M	M					
6	3	8	39	134	390	450	8	44	4	4
6	3	9	25	M	M					
6	3	10	29	151	380	470	8	52	4	4
6	3	11	28	116	270	350	6	29	3	5
6	3	12	29	140	330	450	7	33	3	3
6	3	13	35	130	210	210	2	8	4	4
6	3	14	30	119	200	250	4	14	4	4
6	3	15	33	123	290	380	5	25	4	4
6	3	16	31	121	M				0	
6	4	1	35	M	M					
6	4	2	27	171	405	460	10	54	3	3
6	4	3	24	90	160	190	3	5	4	4
6	4	4	26	191	465	580	9	60	3	3
6	4	5	31	148	380	450	8	44	4	4
6	4	6	30	177	480	510	9	62	3	3
6	4	7	31	92	M				6	6
6	4	8	30	124	270	340	5	19	3	3
6	4	9	32	100	245	270	5	20	4	5
6	4	10	29	146	300	350	6	31	4	4
6	4	11	23	172	260	280	5	22	4	4
6	4	12	31	200	400	450	8	50	2	2
6	4	13	34	167	300	370	6	31	4	4
6	4	14	26	142	285	360	5	28	3	4
6	4	15	30	103	200	200	4	13	4	4

continua

Parcela	Coluna	arv	19/11/05 altura (cm)	08/04/06 altura (cm)	07/01/07 altura (cm)	21/04/07 altura (cm)	21/04/07 Dcolo (cm)	21/04/07 DAP (mm)	02/09/06 Geda	16/09/06 Geda
6	4	16								
6	5	1								
6	5	2	31	148	355	410	7	40	2	3
6	5	3	18	50	M				5	6
6	5	4	25	171	500	600	10	70	3	3
6	5	5	30	121	290	320	6	22	3	3
6	5	6	34	143	285	350	8	32	3	3
6	5	7	32	145	315	360	6	29	4	4
6	5	8	30	153	360	400	7	38	4	4
6	5	9	29	163	415	510	8	53	3	4
6	5	10	29	124	290	360	6	29	4	4
6	5	11	30	99	245	360	5	26	4	4
6	5	12	34	90	185	250	4	17	4	4
6	5	13	30	140	300	380	5	28	4	5
6	5	14	26	111	255	310	5	24	4	4
6	5	15								
6	5	16								
6	6	1								
6	6	2	38	160	440	520	8	49	3	3
6	6	3	31	110	300	420	7	34	3	3
6	6	4	26	196	400	450	8	37	4	4
6	6	5	25	162	435	500	8	52	4	4
6	6	6	25	197	480	550	9	55	3	3
6	6	7	41	147	305	370	6	31	4	4
6	6	8	25	M	M					
6	6	9	28	39	M				4	4
6	6	10	28	36	M				4	5
6	6	11	39	44	M				4	4
6	6	12	38	194	390	450	7	35	3	3
6	6	13	30	146	380	440	8	48	2	2
6	6	14	38	125	320	390	6	32	3	5
6	6	15	30	171	270	300	5	24	3	3
6	6	16								
6	7	1	34	58	125	170	2	5	3	4
6	7	2	31	180	520	570	9	62	3	3
6	7	3	31	175	475	570	11	62	3	3
6	7	4	36	227	550	650	10	78	3	3
6	7	5	31	98	M				4	5
6	7	6	37	170	365	420	6	36	4	4
6	7	7	22	138	380	450	8	47	3	3
6	7	8	24	100	250	260	4	18	4	4
6	7	9	21	109	255	320	6	25	4	4
6	7	10	30	139	345	400	7	42	3	3
6	7	11	31	151	330	370	7	40	3	3
6	7	12	30	188	355	400	6	34	3	3
6	7	13	27	64	115	120	2		4	4
6	7	14	26	30	M				4	6
6	7	15	25	154	290	330	6	34	4	4
6	7	16	31	118	250	340	4	27	3	3
7	1	1								
7	1	2	24	79	175	250	5	20	4	4
7	1	3	28	39	M				6	6
7	1	4	22	104	250	360	6	32	3	3
7	1	5	22	60	M				4	4
7	1	6	31	M	M					
7	1	7	26	83	210	280	6	25	3	4
7	1	8	29	30	M				4	4
7	1	9	24	59	120	200	4	10	4	4
7	1	10	37	M	M					
7	1	11	22	25	80	180	1	5	4	4
7	1	12	25	99	250	390	6	32	4	4
7	1	13	30	80	115	130	2		5	5
7	1	14	30	92	300	400	6	36	3	3
7	1	15	20	125	385	480	7	48	4	4
7	1	16	28	131	385	550	7	50	3	3
7	1	17								
7	2	1								
7	2	2								
7	2	3	31	223	390	460	9	51	3	3
7	2	4	19	213	500	620	10	68	3	3
7	2	5	28	70	130	160	3	10	5	5
7	2	6	26	M	M					
7	2	7	30	170	450	550	12	67	3	3
7	2	8	37	120	180	230	4	10	5	5
7	2	9	22	60	255	340	6	26	4	4

continua

Parcela	Coluna	arv	19/11/05 altura (cm)	08/04/06 altura (cm)	07/01/07 altura (cm)	21/04/07 altura (cm)	21/04/07 Dcolo (cm)	21/04/07 DAP (mm)	02/09/06 Geada	16/09/06 Geada
7	2	10	29	131	275	370	7	30	3	3
7	2	11	23	M	M					
7	2	12	17	96	320	430	7	38	4	4
7	2	13	24	110	310	380	6	31	4	4
7	2	14	33	163	300	450	8	58	3	3
7	2	15	33	176	450	550	9	55	3	3
7	2	16								
7	2	17								
7	3	1	37	121	375	500	8	48	3	3
7	3	2	38	198	470	550	11	62	2	3
7	3	3	34	157	460	550	9	56	4	4
7	3	4	23	131	350	460	8	46	3	3
7	3	5	24	84	205	250	4	17	4	4
7	3	6	29	132	250	300	6	24	4	4
7	3	7	28	100	300	400	7	31	4	4
7	3	8	28	108	305	350	6	28	4	4
7	3	9	44	59	215	350	5	24	4	4
7	3	10	26	M	M					
7	3	11	27	73	160	240	6	19	3	3
7	3	12	25	M	M					
7	3	13	44	97	245	390	7	41	4	4
7	3	14	28	126	220	270	5	19	4	5
7	3	15	25	M	M					
7	3	16	32	133	300	340	5	23	3	3
7	3	17	36	M	M					
7	4	1								
7	4	2								
7	4	3	26	120	390	490	9	56	4	4
7	4	4	28	65	175	230	5	14	4	5
7	4	5	25	84	130	140	4		3	5
7	4	6	28	M	M					
7	4	7	31	130	370	510	8	51	3	3
7	4	8	29	M	M					
7	4	9	34	86	205	310	7	19	4	4
7	4	10	20	118	276	400	7	40	3	3
7	4	11	35	101	220	400	6	32	3	3
7	4	12	32	M	M					
7	4	13	27	89	295	400	6	36	4	4
7	4	14	26	182	460	570	9	55	3	3
7	4	15	51	100	110	140	5		3	3
7	4	16								
7	4	17								
7	5	1								
7	5	2	41	199	435	550	9	57	4	4
7	5	3	36	190	455	550	10	57	4	4
7	5	4	34	186	290	360	6	31	2	2
7	5	5	25	157	300	360	6	26	5	5
7	5	6	29	80	160	230	5	10	4	4
7	5	7	25	97	165	260	4	17	4	5
7	5	8	33	50	M				6	6
7	5	9	25	M	M					
7	5	10	36	80	225	270	5	20	4	4
7	5	11	37	122	300	370	7	32	4	4
7	5	12	25	84	170	270	6	18	4	4
7	5	13	31	96	195	290	4	18	5	5
7	5	14	30	128	295	390	7	26	4	4
7	5	15	35	110	270	380	6	27	4	4
7	5	16								
7	5	17								
7	6	1								
7	6	2	29	84	200	240	3	10	5	5
7	6	3	31	200	465	530	9	51	3	3
7	6	4	34	M	M					
7	6	5	27	139	370	430	8	48	3	3
7	6	6	30	125	300	360	6	29	3	3
7	6	7	24	178	375	440	11	51	3	3
7	6	8	30	135	300	370	6	28	3	3
7	6	9	32	114	170	210	5	12	4	4
7	6	10	33	125	315	400	7	37	4	4
7	6	11	26	46	M				4	4
7	6	12	32	124	255	330	5	20	4	4
7	6	13	31	102	300	350	6	29	4	4
7	6	14	35	80	140	190	4	10	4	5
7	6	15	31	91	190	270	5	19	4	4
7	6	16								

continua

Parcela	Coluna	arv	19/11/05 altura (cm)	08/04/06 altura (cm)	07/01/07 altura (cm)	21/04/07 altura (cm)	21/04/07 Dcolo (cm)	21/04/07 DAP (mm)	02/09/06 Geda	16/09/06 Geda
7	7	17								
7	7	1								
7	7	2	45	127	355	380	7	36	3	3
7	7	3	46	125	370	400	7	38	3	3
7	7	4	35	140	396	500	8	49	4	4
7	7	5	31	146	395	500	7	42	4	4
7	7	6	36	130	300	370	6	29	3	4
7	7	7	23	132	215	270	3	10	4	5
7	7	8	26	98	200	270	5	20	4	5
7	7	9	32	160	197	270	5	15	2	3
7	7	10	27	218	420	520	9	57	3	3
7	7	11	25	84	190	260	6	20	4	5
7	7	12	30	145	320	410	8	47	4	4
7	7	13	32	164	375	520	9	55	4	4
7	7	14	32	178	440	540	11	70	4	4
7	7	15	34	76	M				4	6
7	7	16								
7	7	17								
8	1	1								
8	1	2								
8	1	3	37	96	145	150	2		4	4
8	1	4	28	155	360	450	9	51	4	4
8	1	5	18	M	M					
8	1	6	41	149	245	300	5	21	3	3
8	1	7	34	94	275	350	5	34	5	5
8	1	8	33	207	455	550	11	71	3	3
8	1	9	19	48	M				5	5
8	1	10	26	165	350	450	8	50	3	3
8	1	11	26	111	420	630	11	72	3	3
8	1	12	30	167	390	450	8	47	3	3
8	1	13	25	166	400	470	8	44	3	3
8	1	14	22	M	M					
8	1	15								
8	1	16								
8	2	1								
8	2	2	26	96	165	190	3	10	3	4
8	2	3	26	72	100	110	2		5	5
8	2	4	36	106	175	200	5	10	2	4
8	2	5	37	50	M				4	4
8	2	6	39	123	335	450	6	36	4	4
8	2	7	38	113	300	380	6	24	3	4
8	2	8	29	157	460	530	10	60	3	3
8	2	9	38	124	412	530	10	62	4	4
8	2	10	36	56	M				4	6
8	2	11	35	131	355	450	10	52	3	4
8	2	12	37	180	355	390	6	43	2	4
8	2	13	31	176	420	500	8	50	3	4
8	2	14	37	140	215	350	5	32	4	4
8	2	15	29	M	M					
8	2	16								
8	3	1								
8	3	2	33	46	M				6	6
8	3	3	40	96	140	160	3	5	4	4
8	3	4	29	64	M				6	6
8	3	5	37	146	360	400	7	37	4	4
8	3	6	38	200	465	600	11	74	3	3
8	3	7	27	92	320	400	7	32	3	3
8	3	8	25	122	350	450	9	43	4	4
8	3	9	39	218	490	660	11	70	3	3
8	3	10	33	111	200	280	8	15	3	3
8	3	11	33	145	425	530	9	50	3	3
8	3	12	41	140	275	350	5	24	3	3
8	3	13	29	90	210	270	5	20	4	4
8	3	14	29	76	260	390	6	26	4	4
8	3	15								
8	3	16								
8	4	1	25	80	135	170	3	5	5	5
8	4	2	37	148	290	300	5	21	4	5
8	4	3	28	82	240	250	4	14	4	5
8	4	4	36	159	451	570	9	54	3	3
8	4	5	30	113	325	400	6	28	4	5
8	4	6	27	177	480	560	9	65	3	3
8	4	7	26	147	430	550	13	59	3	3
8	4	8	21	M	M					
8	4	9	26	M	M					

continua

Parcela	Coluna	arv	19/11/05 altura (cm)	08/04/06 altura (cm)	07/01/07 altura (cm)	21/04/07 altura (cm)	21/04/07 Dcolo (cm)	21/04/07 DAP (mm)	02/09/06 Geda	16/09/06 Geda
8	4	10	34	68	M				5	6
8	4	11	27	57	M				5	5
8	4	12	33	113	315	400	6	30	4	5
8	4	13	32	M	M					
8	4	14	38	131	405	520	7	43	4	4
8	4	15	27	99	290	370	6	28	4	4
8	4	16								
8	5	1								
8	5	2								
8	5	3	34	110	190	200	4	5	4	5
8	5	4	38	152	360	400	7	37	4	4
8	5	5	29	150	480	550	8	56	4	4
8	5	6	36	156	410	470	9	43	3	3
8	5	7	32	170	455	590	11	73	3	3
8	5	8	36	65	143	300	4	20	3	4
8	5	9	31	69	170	400	6	28	4	4
8	5	10	31	88	190	380	5	23	4	4
8	5	11	36	145	340	440	9	53	3	3
8	5	12	26	119	300	400	7	47	4	4
8	5	13	28	139	390	460	7	49	4	4
8	5	14	43	146	305	340	8	24	4	4
8	5	15								
8	5	16								
8	6	1								
8	6	2	25	44	M				4	6
8	6	3	24	98	M				5	5
8	6	4	33	147	415	450	7	42	3	3
8	6	5	31	176	415	490	9	50	3	3
8	6	6	39	152	335	410	8	36	4	4
8	6	7	M	M	M					
8	6	8	33	101	220	300	5	20	4	4
8	6	9	24	67	M				0	
8	6	10	18	76	220	440	6	33	2	4
8	6	11	22	70	115	210	3	5	2	4
8	6	12	32	145	280	350	7	34	3	3
8	6	13	28	109	180	300	6	22	3	3
8	6	14	26	90	225	350	6	28	4	4
8	6	15	22	103	200	380	8	31	3	3
8	6	16								
8	7	1	27	114	345	400	7	31	3	3
8	7	2	24	147	335	390	7	31	3	3
8	7	3	26	135	340	420	7	42	4	4
8	7	4	30	236	530	670	12	78	3	3
8	7	5	22	121	405	450	7	43	3	3
8	7	6	34	M	M					
8	7	7	24	199	375	490	8	48	4	4
8	7	8	33	147	375	450	8	42	3	3
8	7	9	26	126	300	440	8	44	3	3
8	7	10	21	51	55	60	3		4	5
8	7	11	18	80	140	200	4	5	4	4
8	7	12	36	129	375	440	11	53	3	3
8	7	13	35	114	340	400	8	41	4	4
8	7	14	29	45	M				5	5
8	7	15	26	36	95	130	2		5	5